



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

Αειφόρος Αγροτική Παραγωγή και Διαχείριση Περιβάλλοντος

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΦΥΤΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

**Ανάπτυξη Συστήματος Επιλογής Γενοτύπων Βίκου Για Σανό Και
Καρπό**

Κούρα Αικατερίνη

Βόλος, 2018

Ανάπτυξη Συστήματος Επιλογής Γενοτύπων Βίκου Για Σανό Και

Καρπό

Κούρα Αικατερίνη

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Επιβλέπων: Χα Ιμπραχίμ-Αβραάμ, Καθηγητής Τμήματος Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Γνωστικό Αντικείμενο: Παραγωγή, Βελτίωση Σπόρων και Τεχνολογία Πολλαπλασιαστικού Υλικού.

Μέλη: Παυλή Ουρανία, Επίκουρη Καθηγήτρια Τμήματος Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Γνωστικό αντικείμενο: Γενετική Βελτίωση Φυτών.

Βλαχοστέργιος Δημήτριος, Ερευνητής του ΙΚΦ&Β Λάρισας του «ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ».

Γνωστικό αντικείμενο Γενετική Βελτίωση Κτηνοτροφικών Φυτών

Copyright © ΚΟΥΡΑ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ, 2018

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διατριβής, εξ' ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό με κερδοσκοπικό εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης.

Η έγκριση της Μεταπτυχιακής Διατριβής Ειδίκευσης από το Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δε δηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

Πρόλογος- Ευχαριστίες

Η διεκπεραίωση της παρούσας διατριβής δεν θα ήταν εφικτή χωρίς τη συμβολή των καθηγητών και των συναδέλφων μου. Θεωρώ λοιπόν καθήκον μου να ευχαριστήσω όλους όσους στάθηκαν δίπλα μου, με τον δικό του τρόπο ο καθένας και με βοήθησαν να φτάσω στο τελικό αποτέλεσμα.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τα μέλη της τριμελούς επιτροπής που με τίμησαν με τη συμμετοχή τους και έδειξαν εμπιστοσύνη στην προσπάθεια μου αυτή και με τους οποίους αναπτύχθηκαν ισχυροί δεσμοί φιλίας και σεβασμού.

Τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Ιμπραχίμ- Αβραάμ Χα, για την επιστημονική και ηθική του στήριξη. Μέσω της αγάπης του για τη γενετική βελτίωση και τη σποροπαραγωγή μου δίδαξε τη σημασία του αντικειμένου και με βοήθησε να αγαπήσω ακόμη περισσότερο τον κλάδο που επέλεξα να συνεχίσω τις σπουδές μου. Η συνεισφορά του στην επιλογή του θέματος της διατριβής μου και η συνεχής καθοδήγησή του για την καλύτερη δομή της κρίθηκε ανεκτίμητη.

Την επιβλέπουσα Επίκουρη Καθηγήτρια του Εργαστηρίου Γενετικής Βελτίωσης κυρία Παυλή Ουρανία που στάθηκε δίπλα μου από την πρώτη στιγμή από την επιλογή του θέματος έως και την κριτική ανάγνωση του τελικού μου κειμένου. Θα ήθελα να την ευχαριστήσω για την άριστη επικοινωνία μας και τις γνώσεις που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών τόσο σε επίπεδο γνώσεων που αφορούν τη γενετική βελτίωση όσο και την επιστημονική συγγραφή της διατριβής.

Τον επιβλέποντα ερευνητή Δρ. Βλαχοστέργιο Δημήτριο για την οργάνωση, την επίβλεψη και τη συμμετοχή του στην διεκπεραίωση του πειραματικού μέρους. Στάθηκε δίπλα μου κάθε φορά που χρειάστηκα συμβουλές, παρότρυνση και κίνητρο να ξεπεράσω τις κατά καιρούς δυσκολίες που προέκυπταν. Τον ευχαριστώ θερμά για το χρόνο που με γενναιοδωρία αφιέρωσε κατά τη διάρκεια της συγγραφής της διατριβής μου, αλλά και την υπομονή που έδειξε όλο αυτό το διάστημα.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω και τον επίκουρο καθηγητή του εργαστηρίου Βιομετρίας κύριο Νάκα Χρήστο για τις πολύτιμες συμβουλές του και την καθοδήγηση που μου παρείχε ως προς τη στατιστική ανάλυση, αλλά και για την υποστήριξη μέσω των εποικοδομητικών μας συζητήσεων.

Σημαντικό ρόλο στις μεταπτυχιακές μου σπουδές έπαιξαν και οι υπόλοιποι καθηγητές, λέκτορες και μέλη των εργαστηρίων του τμήματος Φυτικής Παραγωγής

του Γεωπονικού Πανεπιστημίου του Βόλου, που ήταν δίπλα που κάθε φορά που χρειάστηκα για την επίλυση προβλημάτων που αντιμετώπισα ή ακόμη και για τη συζήτηση αποριών που κατά καιρούς προέκυπταν.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συναδέλφους μου και ιδιαίτερα τη συνάδελφο και πλέον φίλη μου Παπαδοπούλου Αναστασία που με στήριξε ηθικά σε όλη την προσπάθεια μου κατά τις μεταπτυχιακές μου σπουδές.

Τέλος, ευγνωμοσύνη και ευχαριστίες οφείλω στους γονείς μου Δημήτρη και Χρυσούλα αλλά και στον αδερφό μου Θάνο για την αμέριστη αγάπη και εμπιστοσύνη αλλά και την ηθική τους συμπαράσταση.

Το μικρό ταξίδι μου στην έρευνα με την παρούσα διατριβή φτάνει στο τέλος του και είμαι υπερήφανη που είχα δίπλα μου όλους αυτούς τους ανθρώπους και τους φορείς που συντέλεσαν στην υλοποίηση της.

Τους ευχαριστώ όλους!!!

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις στον σποροπαραγωγικό τομέα και στη γενετική βελτίωση των φυτών, είναι ο ευχερής προσδιορισμός των φυτών που έχουν τα αγροκομικά χαρακτηριστικά που ενδιαφέρουν τόσο τον βελτιωτή όσο και την αγορά. Για να γίνει η επιλογή των κατάλληλων φυτών θα πρέπει τα κληρονομικά χαρακτηριστικά που έχουν ενδιαφέρον να εκφράζονται, στα αρχικά κιόλας, στάδια μιας καλλιεργητικής περιόδου. Οι καταπονήσεις από το περιβάλλον του φυτού είναι πιθανό να εμποδίσουν την άμεση εμφάνιση των χαρακτηριστικών. Ένας παράγοντας που επηρεάζει σημαντικά την αποτελεσματικότητα της βελτιωτικής διαδικασίας, είναι η πυκνότητα σποράς, καθώς ο παράγοντας «ανταγωνισμός» παίζει σημαντικό ρόλο στην τελική απόδοση του φυτού. Σκοπός της εργασίας ήταν να αξιολογηθούν το παραγωγικό δυναμικό σε ξηρή βιομάζα, και σε σπόρο, αλλά και να γίνει προσπάθεια για την ανάπτυξη συστήματος επιλογής ατομικών φυτών που θα συνδυάζει την ταυτόχρονη επιλογή για τα δυο ανωτέρω επιθυμητά χαρακτηριστικά σε όσο πιο αρχικό στάδιο γίνεται. Το γενετικό υλικό το οποίο αξιολογήθηκε ήταν 4 αβελτίωτοι πληθυσμοί, 9 υποομάδες που προέκυψαν με βάση κοινά μορφολογικά χαρακτηριστικά του σπόρου από τους αβελτίωτους πληθυσμούς και 6 ποικιλίες-μάρτυρες. Η πυκνότητα σποράς ήταν τα 100cm και η εγκατάσταση του πειράματος στον αγρό έγινε σε κυψελωτό σχέδιο R-19 με 100 επαναλήψεις ανά γενότυπο στις 24/11/2016. Έγιναν οι απαραίτητες φροντίδες ζιζανιοκτονίας. Μετρήθηκε το ύψος των φυτών σε τρία διαφορετικά βλαστικά στάδια και καταγράφηκε ο τρόπος ανάπτυξης του φυτού. Η εκτίμηση του παραγωγικού δυναμικού των σειρών βίκου για σανό έγινε με οπτική αξιολόγηση στο μέρος του πειράματος που αξιολογήθηκε για απόδοση σε καρπό και με καταστροφική κοπή στο 30% των υπόλοιπων φυτών. Από την συγκριτική αξιολόγηση για βιομάζα και σανό βρέθηκε ότι ο αβελτίωτος πληθυσμός 4 και οι σειρές 6, 9 και 12 συνδύασαν υψηλό παραγωγικό δυναμικό σε βιομάζα και σπόρο και θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως υποσχόμενο γενετικό υλικό. Εντός αυτών των σειρών επιλέχθηκαν τα υπέρτερα ατομικά φυτά με το κριτήριο του παραγωγικού δυναμικού (PCYP) για τα οποία θα γίνει απογονικός έλεγχος την επόμενη χρονιά. Οι . Όπως φάνηκε από τη στατιστική ανάλυση το ύψος σε σχέση με την απόδοση σε βιομάζα και σπόρο φάνηκε να μην έχουν υψηλή συσχέτιση με συντελεστή συσχέτισης που αφορούσε το 3ο ύψος και τη βιομάζα 0,38 και το 3ο ύψος και το σπόρο 0,28. Παρόλα αυτά η βιομάζα φάνηκε να σχετίζεται

θετικά με την απόδοση σε σπόρο και ο συντελεστής συσχέτισης ήταν 0,90. Συμπερασματικά, προτείνεται ο συνδυασμός ταυτόχρονης επιλογής και αξιολόγησης για σανό και σπόρο με την κυψελωτή μεθοδολογία με συνδυασμό καταστροφικής κοπής για την εκτίμηση του παραγωγικού δυναμικού σε σανό σε μέρος του πειράματος και επιλογή για σπόρο στο υπόλοιπο. Το ύψος δεν φαίνεται να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέθοδος έμμεσης επιλογής υπέρτερων φυτών για σανό από τα πρώιμα στάδια της καλλιέργειας.

Λέξεις- κλειδιά: βιομάζα, παραγωγικό δυναμικό, ύψος, πυκνότητα, συσχέτιση

SUMMARY

One of the biggest challenges in the breeding section and seed production industry is the effective identification of plants that have agronomic characteristics which major interest both for the breeder and the market. In order to make the suitable plant selections it is important for the breeder to discriminate the valuable genes in the early stages of the plant growth. The stresses caused by the environment of the plant are likely to prevent the immediate appearance of the characteristics. An interesting factor in breeding process is sowing density, since presence or absence of competition appears to play an important role in the final yield of the plant. The aim of the present research was to evaluate crop yield production, fresh and dry biomass and seed production, but also try to develop a plant selection system with the desired characteristics at the early stages of plant growth. Four common vetch populations, nine advanced lines and six cultivars registered in the national catalogue (“Kaliroi”, “Evinos”, “Tempi”, “Zephyros”, “Alexandros”, “Leonidas”) were evaluated under an R-19 honeycomb design, sown at 24/11/2016. The interplant distance was 100 cm and appropriate culture practices were applied. During the sowing season the height of each single plant was measured in three different vegetative stages and the type of growth according the arrangement of its shoots was recorded. Until the harvest day the only intervention in the growing environment was herbicide with carvings around the single plants. The line yield potential for biomass was estimated by visual evaluation for the part of the experiment that was used for seed yield whereas the biomass of rest 30% of the experiment was evaluated after destructive treatment. After comparative evaluation for biomass and seed yield the population no 4 and the advanced lines 6,9,12 combined high biomass and seed yield potential and could be

characterized as promising genetic material. The high yielding single plants were selected within the former lines with plant crop yield potential (PCYP) selection criterion and progeny evaluation will be conducted the next season. Statistical analysis revealed that plant high cannot be used as an early stage indirect selection criterion for biomass yield as the coefficient correlations showed very low values ($R=0.38$ for plant height and biomass and $R=0.28$ for plant height and seed yield). Biomass was highly correlated with seed yield in final vegetative stage ($R=0.90$). In conclusion, simultaneous selection for biomass and seed yield is proposed with honeycomb selection methodology including a destructive cutting for biomass on 30% of the experiment and selection for seed yield at the rest experiment. Plant height does not seem to be used as a method of safe selection of superior genotypes in the early stages of the plants (indirect selection).

Key words: biomass, crop yield potential, height, density, correlation

Εγώ, η Αικατερίνη Κούρα, είμαι η συγγραφέας αυτής της Μ.Δ.Ε. Αυτή η Μ.Δ.Ε αντικατοπτρίζει την έρευνα που έγινε από εμένα και δεν έχει υποβληθεί (εξ' ολοκλήρου ή μέρος της) σαν προπτυχιακή διατριβή ή Μ.Δ.Ε ή ως μέρος Διδακτορικής Διατριβής σε αυτό ή άλλο Προπτυχιακό ή Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Ιδρυμάτων Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης του εσωτερικού ή εξωτερικού. Όποια συνεργασία καθώς και το μέγεθος αυτής δηλώνονται επακριβώς στο αντίστοιχο πεδίο αυτής της διατριβής. Επίσης έχω διαβάσει όλες τις βιβλιογραφικές αναφορές που παρατίθενται στο τέλος.

Η Φοιτήτρια

.....

Κούρα Αικατερίνη

Ως επιβλέπων της έρευνας που περιγράφεται σε αυτή τη διατριβή, δηλώνω ότι όλοι οι όροι του Εσωτερικού Κανονισμού του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος έχουν τηρηθεί από την κα Κούρα Αικατερίνη.

Ο επιβλέπων καθηγητής

.....

Ιμπραχίμ- Αβραάμ Χα

*Στους γονείς μου
και τον αδερφό μου...*

Πίνακας Περιεχομένων

	Σελ
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	1
1.Εισαγωγή	1
1.1 Η βελτίωση των φυτών και η σημασία του σπόρου στην γεωργική παραγωγική διαδικασία	1
1.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα ενός βελτιωτικού προγράμματος	2
1.3 Η επίδραση του ανταγωνισμού στην επιλογή	3
1.4 Τα κυψελωτά σχέδια πειραματισμού	5
1.5 Επιλογή φυτών σε μη επαναλαμβανόμενα σχέδια	8
1.6 Αξιολόγηση οικογενειών και επιλογή σε επαναλαμβανόμενα σχέδια	9
1.7 Ο βίκος	10
1.7.1 Οικολογικές απαιτήσεις-Προσαρμοστικότητα.	10
1.7.2 Καλλιέργεια	10
1.7.3 Συγκομιδή	11
1.7.4 Χρήσεις	12
1.7.5 Βελτίωση το βίκου	13
1.7.6 Στόχοι της βελτίωσης στο βίκο (Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας)	17
1.7.7 Η βελτίωση του βίκου στην Ελλάδα	19
1.8. Σκοπός της εργασίας	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	21
2.Υλικά και μέθοδοι	21
2.1 Γενετικό υλικό	21
2.1.1 Περιγραφή Ποικιλιών Βίκου που χρησιμοποιήθηκαν στον πειραματισμό ως μάρτυρες	24
2.2 Χάραξη θέσεων στον αγρό	27
2.3 Κριτήρια επιλογής	28
2.4 Καλλιεργητικές εργασίες	29
2.5 Συγκομιδή	31
2.6 Στατιστική επεξεργασία	

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	33
3. Αποτελέσματα	33
3.1 Περιγραφή περιβαλλοντικών συνθηκών	33
3.2 Αξιολόγηση σειρών βίκου για απόδοση σε βιομάζα και σπόρο	33
3.2.1 Απόδοση σε βιομάζα	33
3.2.2 Απόδοση σε σπόρο	35
3.3 Συγκριτική αξιολόγηση και επιλογή ατομικών φυτών	38
3.4 Επιλογή φυτών σύμφωνα με την απόδοση σε βιομάζα	39
3.5 Επιλογή φυτών σύμφωνα με την απόδοση σε σπόρο	41
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	 44
4.Συζήτηση- Συμπεράσματα	44
4.1 Συζήτηση	44
4.2 Συμπεράσματα	
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	
5. Βιβλιογραφία	

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Η βελτίωση των φυτών και η σημασία του σπόρου στην γεωργική παραγωγική διαδικασία

Στη βελτίωση φυτών στόχος είναι η δημιουργία νέων ποικιλιών με βελτιωμένα αγρονομικά χαρακτηριστικά. Το κυρίαρχο γνώρισμα που απασχολεί τους ερευνητές είναι τα κατ' εξοχή ποσοτικά γνωρίσματα της παραγωγικότητας, της προσαρμοστικότητας και της σταθερότητας συμπεριφοράς των ποικιλιών (Τοκατλίδης,2007). Η παραγωγή καρπού ή βιομάζας ή ινών ή οποιουδήποτε άλλου προϊόντος αποτελεί προτεραιότητα καθώς κυρίως αυτή αντανακλά στο τελικό οικονομικό αποτέλεσμα για το γεωργό. Οι διάφοροι γενότυποι των φυτών έχουν διαφορετικό δυναμικό απόδοσης. Το δυναμικό αυτό εκφράζεται φαινοτυπικά από τη μορφολογική ευρωστία και τις φυσιολογικές λειτουργίες του φυτού, ενώ γενετικά εκφράζεται ως ένα σύνθετο ποσοτικό γνώρισμα που αλληλεπιδρά με το περιβάλλον. Η βελτίωση για υψηλό δυναμικό απόδοσης συνήθως επιτυγχάνεται με διασταυρώσεις μεταξύ γενοτύπων που συνεισφέρουν συμπληρωματικά γονίδια συμβολής στην απόδοση, και με επιλογή των υπέρτερων από το σύνολο γενοτύπων που προκύπτουν μετά τη γενοτυπική διάσπαση της διασταύρωσης.

Η προσαρμοστικότητα των ποικιλιών αναφέρεται στην ικανοποιητική συμπεριφορά σε διάφορα περιβάλλοντα (διατοπική σταθερότητα) και διακρίνεται σε γενική και ειδική. Μια ποικιλία χαρακτηρίζεται ως γενικής προσαρμοστικότητας όταν συμπεριφέρεται ικανοποιητικά με σε ένα ευρύ φάσμα περιβαλλόντων και ειδικής προσαρμοστικότητας όταν συμπεριφέρεται ικανοποιητικά μόνο σε ορισμένες περιοχές. Η σταθερότητα συμπεριφοράς αναφέρεται στην ικανοποιητική συμπεριφορά από χρονιά σε χρονιά (διαχρονική σταθερότητα) και ειδικότερα στις κλιματικές διακυμάνσεις που σημειώνονται διαχρονικά σε κάθε ζώνη καλλιέργειας. Χρησιμοποιείται και ο γενικός όρος ομοιόσταση που αναφέρεται τόσο στη διατοπική όσο και στη διαχρονική σταθερότητα των ποικιλιών. Τα παραπάνω γνωρίσματα καθιστούν τις ποικιλίες αξιόπιστες και είναι τα κυριότερα κριτήρια αποδοχής τους από τη γεωργική πράξη. Αυτό καθιστά το έργο του βελτιωτή περισσότερο πολύπλοκο, καθώς απαιτεί διατοπική και διαχρονική αξιολόγηση των υλικών του σ' όλα τα στάδια του βελτιωτικού προγράμματος.

Το βελτιωτικό πρόγραμμα συνήθως καταλήγει να δώσει μερικούς σπόρους από τη νέα ποικιλία ή ακόμη και ένα και μοναδικό φυτό. Αυτοί οι λίγοι σπόροι, επομένως, πρέπει να αναπολλαπλασιαστούν χωρίς να αλλάξει σύσταση η νέα ποικιλία και να παραχθούν μεγάλες ποσότητες σπόρου για την ικανοποίηση των απαιτήσεων των καλλιεργητών. Αυτή η διαδικασία αναπολλαπλασιασμού των σπόρων ονομάζεται σποροπαραγωγή και είναι ξεχωριστή κατοπινή διαδικασία από την καθ' αυτή βελτιωτική. Πρόσφατα με την ιστοκαλλιέργεια δόθηκε η δυνατότητα να αναπολλαπλασιασμού *in vitro* ενός φυτού και η δημιουργία εκατομμυρίων αντιγράφων, χωρίς να απαιτούνται οι κλασσικές διαδικασίες της σποροπαραγωγής.

Το τελευταίο στάδιο είναι το στάδιο της καλλιέργειας αυτών των νέων ποικιλιών και περιλαμβάνει όλες τις καλλιεργητικές φροντίδες για την προστασία του φυτού, την κάλυψη των αναγκών του σε θρεπτικά στοιχεία, νερό κλπ. και φτάνει ως τη συγκομιδή.

1.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα ενός βελτιωτικού προγράμματος

Κατά τη βελτιωτική διαδικασία, η επιλογή βασίζεται κυρίως στη φαινοτυπική υπεροχή των φυτών, γεγονός που ενέχει τον κίνδυνο επισφαλών εκτιμήσεων λόγω της πληθώρας περιβαλλοντικών παραγόντων που επιδρούν στη διαμόρφωση του φαινοτύπου αλλά και του ανταγωνισμού μεταξύ των φυτών που δύναται να παρέμβει αρνητικά στην ισοκατανομή των διαθέσιμων πόρων. Συνεπώς, η αποτελεσματικών των σχετικών διαδικασιών σε σημαντικότατο βαθμό καθορίζεται από τη δυνατότητα ευχερούς επιλογής φυτών με γενετική υπεροχή και ικανότητα μεταβίβασης των επιθυμητών γνωρισμάτων στους απογόνους. Ειδικότερα, η έμμεση αξιολόγηση και επιλογή ενέχει πάντοτε το κίνδυνο παραπλάνησης, καθώς η φαινοτυπική υπεροχή του φυτού ενδέχεται να μη είναι γενετική αλλά να οφείλεται σε τυχαία γεγονότα (πχ το φυτό αυτό σε σχέση με τα γειτονικά του βρίσκεται σε γόνιμη κηλίδα του εδάφους, φύτευσε νωρίτερα, δέχθηκε περισσότερο νερό ή λίπανση). Υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που επηρεάζουν την αντικειμενική αξιολόγηση των γενοτύπων με βάση το φαινότυπο, η γνώση των οποίων είναι απαραίτητη για να περιοριστούν στο ελάχιστο οι λανθασμένες επιλογές, και να μη διαφύγουν οι πραγματικά υπέρτεροι γενότυποι. Οι παράγοντες αυτοί όπως αναλύονται από τους Τοκατλίδη (2007) και Ρουπακιά (2010) είναι:

1. Το περιβάλλον

1.1. Η ετερογένεια του εδάφους

1.2. Η γονιμότητα του εδάφους

1.3. Οι αποστάσεις μεταξύ των φυτών (ανταγωνισμός)

2. Ο γενότυπος

3. Η αλληλεπίδραση γενοτύπου – περιβάλλοντος

Συνεπώς, η αποτελεσματικών των σχετικών διαδικασιών σε σημαντικότερο βαθμό καθορίζεται από τη δυνατότητα ευχερούς επιλογής φυτών με γενετική υπεροχή και ικανότητα μεταβίβασης των επιθυμητών γνωρισμάτων στους απογόνους.

1.3 Η επίδραση του ανταγωνισμού στην επιλογή

Ο ανταγωνισμός μεταξύ των φυτών θεωρείται από πολλούς βελτιωτές (Fasoulas 1973, Hamblin κ.α. 1978, Knight 1983) ως ο σημαντικότερος παράγοντας που μειώνει την αποτελεσματικότητα της επιλογής στις διασπώμενες γενεές. Ο Donald (1963) όρισε τον ανταγωνισμό ως τη συνθήκη κατά την οποία ένας, μεταξύ πολλών οργανισμών, απαιτεί μερίδιο από έναν κοινό πόρο ή και όταν η διαθεσιμότητα του παράγοντα αυτού είναι μικρότερη των απαιτήσεων του οργανισμού. Αργότερα, οι Fasoulas και Tsafaris (1975) προσπαθώντας να ερμηνεύσουν γενετικά τη διαφορετική αντίδραση των φυτών στον ανταγωνισμό, όρισαν την έννοια του ανταγωνισμού ως την αρνητική παρέμβαση στο ίσο μοίρασμα των πόρων μεταξύ των φυτών που οφείλεται στις γενετικές ή και επίκτητες διαφορές μεταξύ των φυτών ως προς την ανταγωνιστική τους ικανότητα.

Αναλύοντας την έννοια του ανταγωνισμού αρχικά οι Fasoulas και Tsafaris (1975) και αργότερα οι Fasoula και Fasoula (1997) κατέληξαν ότι υπάρχουν τέσσερις μορφές ανταγωνισμού: (α) Αυτο-ανταγωνισμός (συνθήκη γεωργού) όπου ο ανταγωνισμός λαμβάνει χώρα μεταξύ γενετικά όμοιων φυτών. Στην πραγματικότητα όμως αυτό ποτέ δεν επιτυγχάνεται και πάντοτε παρατηρείται μια παραλλακτικότητα. Η παραλλακτικότητα αυτή οφείλεται αποκλειστικά στην επίδραση του περιβάλλοντος γιατί σε καμιά περίπτωση δεν μπορεί αυτή να εξαλειφθεί ολοκληρωτικά. Επίκτητες

διαφορές μπορεί να προκύψουν από διάφορους μη γενετικούς παράγοντες όπως διαφορετικό μέγεθος σπόρου ή βάθος σποράς (συμβάλλουν σε διαφορές στο χρόνο φυτρώματος ή και στην αρχική ευρωστία του φυταρίου), ετερογένεια του εδάφους, ανεπάρκεια σε θρεπτικά στοιχεία, ανομοιόμορφη κατανομή των λιπασμάτων, έλλειψη υγρασίας, παρουσία ζιζανίων, παρουσία παρασίτων, και γενικά παραγόντων που συμβάλλουν σε άνιση αξιοποίηση των πόρων του περιβάλλοντος από τα φυτά. (β) Έλλειψη ανταγωνισμού, όπου κάθε γενότυπος εκμεταλλεύεται τους πόρους του περιβάλλοντος σύμφωνα με το γενετικό του δυναμικό, χωρίς την παρέμβαση άλλων γενοτύπων. Το περιβάλλον έλλειψης ανταγωνισμού επιφέρει δύο πολύ σημαντικές για τη βελτίωση των φυτών επιδράσεις. Πρώτον, ελαχιστοποιεί τις επιδράσεις του περιβάλλοντος στην έκφραση των γενοτύπων και δεύτερον μεγιστοποιεί τη φαινοτυπική έκφραση και διαφοροποίηση τους. (γ) Άλλο-ανταγωνισμός όπου ο ανταγωνισμός λαμβάνει χώρα μεταξύ ανόμοιων γενετικά φυτών. Υπάρχει έντονη αλληλεπίδραση από φυτό σε φυτό λόγω των διαφορών τους σε ανταγωνιστική ικανότητα, η οποία οδηγεί σε συνθήκες αρνητικού ανταγωνισμού. Με δεδομένο ότι δεν υφίστανται συνθήκες θετικού ανταγωνισμού, οι οποίες είναι απαραίτητες για τη μεγιστοποίηση της παραγωγικότητας, το περιβάλλον άλλο-ανταγωνισμού δεν μπορεί να θεωρηθεί ιδανικό για τη γεωργική πράξη. Επίσης, η ανταγωνιστική ικανότητα των ατομικών φυτών σχετίζεται αρνητικά με το γενετικό τους δυναμικό για απόδοση. Επομένως, το περιβάλλον ανταγωνισμού δεν ευνοεί την επιλογή των φυτών με το καλύτερο γενετικό δυναμικό για απόδοση. (δ) Μέτριος ανταγωνισμός, όπου στην αρχή της ανάπτυξης των φυτών στον αγρό οι γενότυποι αναπτύσσονται χωρίς ανταγωνισμό και κατόπιν αναπτύσσονται υπό συνθήκες μέτριου ανταγωνισμού (Iliadis et al., 2003).

Οι τέσσερις διαφορετικές συνθήκες ανταγωνισμού που περιεγράφηκαν (αυτό-ανταγωνισμού-συνθήκη γεωργού, άλλο-ανταγωνισμού, έλλειψης ανταγωνισμού, μέτριου ανταγωνισμού) έχουν ιδιαίτερη σημασία στη Βελτίωση των φυτών με στόχο τη δημιουργία νέων ποικιλιών. Βασική προϋπόθεση ενός βελτιωτικού προγράμματος είναι η ύπαρξη γενετικής παραλλακτικότητας στο υλικό εκκίνησης (πχ F2 ή άλλος διασπώμενος πληθυσμός). Άρα η αξιολόγηση του μίγματος γενοτύπων στην 1η γενεά, αλλά και στις επόμενες όπου ενδεχομένως εξακολουθεί να υφίσταται γενετική παραλλακτικότητα, έτσι ώστε κάθε φορά να επιλέγονται οι επιθυμητοί γενότυποι, γίνεται είτε σε περιβάλλον ανταγωνισμού, είτε σε περιβάλλον έλλειψης

ανταγωνισμού. Δηλαδή το περιβάλλον ανταγωνισμού ή το περιβάλλον έλλειψης ανταγωνισμού (είναι επιλογή του υπεύθυνου βελτιωτή) αξιοποιείται στη διάρκεια του βελτιωτικού προγράμματος ώστε να προκύψουν τελικά νέες ποικιλίες. Οι νέες ποικιλίες όταν δοθούν στη γεωργική εφαρμογή θα βρεθούν σε περιβάλλον καλλιέργειας (αν είναι μονογενοτυπικές) ή σε περιβάλλον ανταγωνισμού (αν είναι πολυγενοτυπικές).

Οι αποστάσεις μεταξύ των φυτών αποτελούν μια παράμετρο του περιβάλλοντος με μεγάλη επίδραση στην έκφραση των γενοτύπων, με αποτέλεσμα να επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα επιλογής. Η ελαχιστοποίηση της επίδρασης αυτής επιτυγχάνεται σε συνθήκες έλλειψης ανταγωνισμού. Με επιλογή σε περιβάλλον έλλειψης ανταγωνισμού, επιτυγχάνεται η μέγιστη γενετική πρόοδος για τους εξής λόγους:

1. Είναι δυνατή η εφαρμογή μεγάλων εντάσεων επιλογής, λόγω εξάλειψης της αρνητικής επίδρασης που ασκείται από την ανταγωνιστική ικανότητα,
2. Βελτιώνεται η κληρονομικότητα καθώς δεν υφίσταται η αρνητική σχέση ανταγωνιστικής και αποδοτικής ικανότητας, και μειώνεται το ποσοστό της παραλλακτικότητας που προέρχεται από επίδραση του περιβάλλοντος
3. Μεγιστοποιείται η φαινοτυπική διαφοροποίηση που διευκολύνει την απομόνωση των υπέρτερων γενοτύπων.

1.4 Τα κυψελωτά σχέδια πειραματισμού

Στην αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση των επιδράσεων του περιβάλλοντος, πολύ σημαντικό ρόλο παίζουν τα πειραματικά σχέδια τα οποία αξιοποιούνται για την επιλογή των υπέρτερων γενοτύπων. Η διάταξη των φυτών στα σχέδια πειραματισμού πρέπει να εξασφαλίζει συγκρίσιμες συνθήκες μεταξύ διαφορετικών οικογενειών και μεταξύ φυτών της ίδιας οικογένειας ώστε η αξιολόγηση και επιλογή να γίνεται με τον πλέον αξιόπιστο τρόπο.

Σκοπός ενός πειραματικού σχεδίου είναι να κατανείμει τις καταχωρήσεις του πειράματος υπό συνθήκες περιβάλλοντος που συγκρίνονται για να δημιουργηθούν συσχετίσεις προς αντικειμενική και αξιόπιστη αξιολόγηση. Ταξινόμηση των δειγμάτων και τυχαία κατανομή τους μέσα σε τετράγωνα ή επαναλήψεις προτάθηκαν

από τον Fisher (1931), ώστε να εξαλειφθεί ο παράγοντας της ετερογένειας του εδάφους στον πειραματικό αγρό. Στη συνέχεια, προτάθηκε το λατινικό τετράγωνο ως πιο βελτιωμένη μέθοδος, για τη συλλογή δεδομένων στην περίπτωση ανομοιογένειας του εδάφους προς δύο κατευθύνσεις (Fasoulas, 1993, Fasoulas, 1964).

Προκειμένου να αμβλυνθούν τα προβλήματα που προκύπτουν από τον ανταγωνισμό μεταξύ των φυτών και την ετερογένεια του εδάφους, ο Fasoulas, (1988) ανέπτυξε τα κυψελωτά σχέδια επιλογής, όπου μονάδα αξιολόγησης είναι το ατομικό φυτό σε συνθήκες απουσίας ανταγωνισμού. Τα κυψελωτά σχέδια εκμεταλλεύονται περισσότερο χώρο στον πειραματικό αγρό εξασφαλίζοντας 15,5% περισσότερες θέσεις για ατομικά φυτά, μέσω των κινητών επαναλήψεων. Σε σχέδια με κινητές επαναλήψεις, κάθε φυτό βρίσκεται στο κέντρο μιας πλήρους αναπαραγωγής. Ο αριθμός των επαναλήψεων είναι ίσος με τον συνολικό αριθμό των φυτών στην περιοχή επιλογής. Έτσι, με τον τρόπο που κατανέμονται τα φυτά εξασφαλίζεται η πλήρως τυχαία κατανομή ως προς τις συνθήκες περιβάλλοντος.

Η μέθοδος, όταν αρχικά προτάθηκε από τον Fasoulas (1973), βασίστηκε στην αξιολόγηση και επιλογή των φυτών σε συνθήκες απουσίας ανταγωνισμού που επιτυγχάνεται με την πολύ χαμηλή πυκνότητα σποράς. Τα φυτά σπέρνονται σε εξαγωνική διάταξη και έτσι κάθε φυτό βρίσκεται στο κέντρο ενός εξαγώνου. Η απόδοση του κεντρικού φυτού συγκρίνεται με τις αποδόσεις των γειτονικών φυτών σε διάφορες εντάσεις επιλογής. Το φυτό επιλέγεται όταν έχει μεγαλύτερη απόδοση από τα φυτά του ομόκεντρου κύκλου με τα οποία συγκρίνεται. Η μέθοδος έχει εφαρμογή στην αξιολόγηση και επιλογή ατομικών φυτών από την F1 γενεά.

Είναι γενική αρχή της βελτίωσης ότι η αξιολόγηση και επιλογή ατομικών φυτών θεωρείται επιτυχημένη όταν εκτιμά αξιόπιστα το γενότυπο μέσα από το φαινότυπο. Σύμφωνα με τον Fasoulas (1981; 1988; 1993), η κυψελωτή μέθοδος βελτίωσης των φυτών αυξάνει την αντικειμενικότητα αξιολόγησης και επιλογής με βάση το φαινότυπο και έχει σαν αποτέλεσμα τη μεγιστοποίηση της γενετικής προόδου. Αυτό επιτυγχάνεται, όταν τα φυτά αναπτύσσονται σε μεγάλες αποστάσεις, ώστε να ελαχιστοποιείται ο συντελεστής παραλλακτικότητας (CV) της απόδοσης των ατομικών φυτών, και η συνθήκη ονομάζεται "απουσία ανταγωνισμού". Στις αποστάσεις αυτές δεν υπάρχει ανταγωνισμός που να οφείλεται σε γενετικές ή επίκτητες διαφορές μεταξύ των φυτών, ενώ επιτυγχάνεται και μέγιστη φαινοτυπική

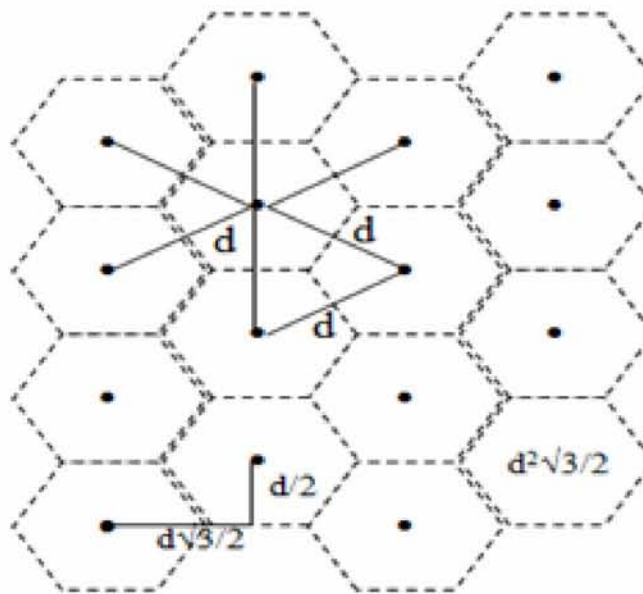
διαφοροποίηση που διευκολύνει την αναγνώριση των υπέρτερων γονοτύπων και αυξάνει την αποτελεσματικότητα της φαινοτυπικής επιλογής.

Η επιλογή τόσο των καλύτερων απογονικών σειρών όσο και των καλύτερων ατομικών φυτών εντός της επιλεγμένης σειράς πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας ως μονάδα αξιολόγησης και επιλογής το ατομικό φυτό, αναπτυσσόμενο απουσίας ανταγωνισμού. Επειδή ο ανταγωνισμός είναι επιζήμιος όχι μόνο κατά την επιλογή σε ένα βελτιωτικό πρόγραμμα, αλλά και στη γεωργική πράξη, η κυψελωτή μεθοδολογία συνιστά την δημιουργία και καλλιέργεια μονογενοτυπικών και όχι πολυγενοτυπικών ποικιλιών (Fasoulas, 1981; 1988; 1993; Fasoulas and Tokatlidis, 2012).

Συχνά, οι μεγάλες αποστάσεις των φυτών εξαλείφουν τον ανταγωνισμό, αυξάνουν όμως τον συντελεστή παραλλακτικότητας εξαιτίας της ετερογένειας του εδάφους, καθώς για τον ίδιο αριθμό φυτών απαιτείται μεγαλύτερη επιφάνεια. Η αρνητική αυτή συσχέτιση εξαλείφεται με τη χρήση των κυψελωτών σχεδίων επιλογής, που αντιμετωπίζουν την επίδραση της εδαφικής ετερογένειας, εξασφαλίζοντας ισόποσο καταμερισμό πόρων μεταξύ των φυτών και επιτυγχάνουν μέγιστη φαινοτυπική έκφραση και μέγιστη φαινοτυπική διαφοροποίηση (Fasoulas and Fasoula, 1995).

Η διάταξη των φυτών σε ένα τέτοιο σχέδιο επιλογής είναι συστηματική και όχι τυχαία. Το βασικό χαρακτηριστικό ενός κυψελωτού σχήματος είναι οι ίσες αποστάσεις μεταξύ των φυτών, οι οποίες είναι τέτοιες ώστε να αποκλείουν το μεταξύ των φυτών ανταγωνισμό. Με αποστάσεις μεταξύ των φυτών d , κάθε φυτό απέχει d από όλα τα γειτονικά του, σχηματίζοντας ισόπλευρα τρίγωνα. Για να επιτευχθεί αυτό, τα φυτά πάνω σε κάθε γραμμή απέχουν d , οι γραμμές όμως μεταξύ τους απέχουν $d\sqrt{3}/2$, και οι άρτιες γραμμές (2η, 4η, κλπ) ξεκινούν κατά $d/2$ εσωτερικά των περιττών γραμμών. Τελικά σε κάθε φυτό αντιστοιχεί μια επιφάνεια εδάφους ίση με $d^2\sqrt{3}/2$. Αν για παράδειγμα θέλουμε τα φυτά μας να απέχουν 1 m, πάνω σε κάθε γραμμή θα σπείρουμε ανά 1 m, κάθε νέα γραμμή θα απέχει από την προηγούμενη 0,866 m, και στη 2η, 4η, 6η κλπ γραμμή το πρώτο φυτό θα βρίσκεται κατά 0,5 m εσωτερικά σε σχέση με την προηγούμενη γραμμή, (Τοκατλίδης, 2007). (εικόνα 1) Με τον τρόπο αυτό, η ετερογένεια του εδάφους δειγματίζεται καλύτερα σε σχέση με την τυχαία τοποθέτηση, επιτρέποντας την αντικειμενικότερη σύγκριση μεταξύ μεγάλου αριθμού απογονικών σειρών (οικογενειών) και την αξιόπιστη επιλογή ατομικών φυτών από τις καλύτερες οικογένειες. Κάθε φυτό οποιασδήποτε απογονικής σειράς περιβάλλεται

από συγκεκριμένους δακτυλίους που περικλείουν πάντα τα φυτά που προέρχονται από τις ίδιες οικογένειες, συνιστώντας έτσι κάθε δακτύλιος μια σταθερή επανάληψη. Η διάταξη αυτή δίνει τη δυνατότητα η απόδοση κάθε φυτού να εκφραστεί ως ποσοστό της μέσης απόδοσης της επανάληψης, εξαλείφοντας τελικά τις εσφαλμένες εκτιμήσεις που προκαλεί η ετερογένεια του εδάφους. Τα πειράματα αξιολόγησης πραγματοποιούνται διατοπικά και διαχρονικά έτσι ώστε αφενός μεν να ελαχιστοποιούνται οι περιβαλλοντικές επιδράσεις και αφετέρου να επιτυγχάνεται η μέγιστη αξιοποίηση των αλληλεπιδράσεων γονοτύπου-περιβάλλοντος για τη δημιουργία νέων ποικιλιών.



Αποστάσεις μεταξύ των φυτών: d

Αποστάσεις μεταξύ γραμμών σποράς: $d\sqrt{3}/2$

Επιφάνεια που αντιστοιχεί σε κάθε φυτό: $d^2\sqrt{3}/2$

Εικόνα 1.1 Διάταξη κυψελωτού σχεδίου στον αγρό

1.5 Επιλογή φυτών σε μη επαναλαμβανόμενα σχέδια

Μη επαναλαμβανόμενα (NR) είναι τα σχέδια στα οποία αξιολογείται μόνο ένα υλικό (πχ ένας πληθυσμός, ή μια διασπώμενη γενεά). Στην περίπτωση αυτή όλα τα φυτά ανήκουν στο ίδιο υλικό και σύγκριση γίνεται μόνο μεταξύ ατομικών φυτών. Η επιλογή γίνεται με τη μέθοδο του κινητού εξαγώνου. Με τον τρόπο αυτό και με

δεδομένη ένταση επιλογής αξιολογείται το σύνολο των φυτών του πειράματος και επιλέγονται όσα πληρούν τις παραπάνω προϋποθέσεις (αποφεύγουμε όμως να επιλέξουμε περιθωριακά φυτά, δηλ. αυτά των ακραίων γραμμών ή που βρίσκονται στα άκρα των γραμμών). Η επιλογή θεωρείται αντικειμενική γιατί κάθε φορά ένα φυτό συγκρίνεται μόνο με τα γειτονικά ελαχιστοποιώντας με τον τρόπο αυτό τις επιδράσεις που ασκεί η ετερογένεια του εδάφους, ειδικά όταν στο πειραματικό σχέδιο περιλαμβάνεται και σταθερός μάρτυρας

1.6 Αξιολόγηση οικογενειών και επιλογή σε επαναλαμβανόμενα σχέδια

Στα επαναλαμβανόμενα (R) σχέδια αξιολογούνται πολλές οικογένειες. Η διάταξη είναι συστηματική ώστε μεταξύ φυτών της ίδιας οικογένειας να σχηματίζονται ισόπλευρα τρίγωνα. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει ομοιόμορφη κατανομή της οικογένειας στο χωράφι. Επίσης κάθε φυτό της οικογένειας πάντοτε περιβάλλεται από ένα φυτό των υπόλοιπων 6 οικογενειών. Τα δύο αυτά στοιχεία δείχνουν ότι εξασφαλίζεται καλύτερη αντιμετώπιση της ετερογένειας του εδάφους και υπάρχουν συγκρίσιμες συνθήκες τόσο μεταξύ των οικογενειών όσο και μεταξύ φυτών της ίδιας οικογένειας.

Οι οικογένειες αξιολογούνται με βάση το μέσο όρο και την τυπική απόκλιση (z ή t κριτήριο). Επιλογή μεμονωμένων φυτών γίνεται με τη μέθοδο του κινητού εξαγώνου, όπως περιγράφηκε παραπάνω. Επιπλέον δίνεται η δυνατότητα η απόδοση κάθε φυτού να εκφράζεται % του μέσου όρου της απόδοσης των υπόλοιπων φυτών που το περιβάλλουν στο εξάγωνο καθιστώντας με τον τρόπο αυτό ακόμη αποτελεσματικότερη την αξιολόγηση.

1.7 Ο βίκος

Ο βίκος (*Vicia sativa* L.) είναι ένα από τα σπουδαιότερα ετήσια καλλιεργούμενα ψυχανθή. Αποτέλεσε μια από τις σημαντικότερες καλλιέργειες για την Ελληνική γεωργία και κτηνοτροφία μέχρι τη δεκαετία του 1980 όταν η Ελληνική γεωργία έκανε στροφή προς μονοκαλλιέργεια και την γεωργία αυξημένων εισροών. Ωστόσο, σήμερα φαίνεται να κερδίζει σταδιακά και πάλι το ενδιαφέρον των παραγωγών και των κτηνοτρόφων. Η ευρεία προσαρμοστικότητα της καλλιέργειας στα διάφορα περιβάλλοντα, η υψηλή ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος και η άριστη προσαρμογή της στα συστήματα αμειψισποράς αποτελούν ισχυρά κίνητρα για την επιστροφή του βίκου στους Ελληνικούς αγρούς.

1.7.1 Οικολογικές απαιτήσεις-Προσαρμοστικότητα.

Ο βίκος ανήκει στην κατηγορία των φθινοπωρινών ψυχανθών και αντέχει στις χαμηλές θερμοκρασίες έως -10°C . Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η επίδραση των χαμηλών θερμοκρασιών είναι ένα σύνθετο φαινόμενο που εκτός από την θερμοκρασία επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες όπως η ποικιλία, το στάδιο ανάπτυξης, η υγρασία του εδάφους κα. Προσαρμόζεται καλύτερα σε περιοχές που έχουν ετήσιο βροχομετρικό ύψος από 400mm και πάνω. Για τις κλιματολογικές συνθήκες της χώρας μας το πιο κρίσιμο στάδιο από πλευράς εδαφικής υγρασίας είναι η περίοδος από την άνθιση και μετά όταν στις περισσότερες περιοχές οι βροχοπτώσεις αρχίζουν να μειώνονται. Κάτω από τέτοιες συνθήκες οι πρώιμες ποικιλίες δίνουν τις μεγαλύτερες αποδόσεις επειδή μπορούν και εκμεταλλεύονται καλύτερα την διαθέσιμη εδαφική υγρασία της άνοιξης. Προσαρμόζεται σε όλους τους τύπους εδαφών εκτός από τα εδάφη που παρουσιάζουν προβλήματα στράγγισης.

1.7.2 Καλλιέργεια

Σπέρνεται το φθινόπωρο (αρχές-μέσα Νοεμβρίου) με 18 κιλά το στρέμμα για παραγωγή σανού ή ενσιρώματος και 16 κιλά το στρέμμα για παραγωγή καρπού (Ηλιάδης 2004). Σπέρνεται με τις σπαρτικές μηχανές των χειμερινών σιτηρών σε βάθος σποράς που κυμαίνεται από 3-5 εκατοστά. Λόγω της αζωτοδέσμευσης που διενεργείται στο ριζικό σύστημα του βίκου, δεν απαιτεί αζωτούχο λίπανση, ενώ

αντίθετα προσθέτει μονάδες αζώτου για την επόμενη καλλιέργεια. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η προσθήκη ανόργανου αζώτου, εκτός από την περιβαλλοντική και οικονομική επιβάρυνση που προκαλεί, δεν αυξάνει τις αποδόσεις. Αντίθετα, ο βίκος αντιδρά θετικά στην προσθήκη φωσφορικού λιπάσματος. Για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων συστήνονται 6-9 μονάδες φωσφόρου το στρέμμα, ανάλογα με την περιεκτικότητα του εδάφους σε φώσφορο. Το κάλιο πρέπει να προστίθεται μόνο σε εδάφη που αποδεδειγμένα έχουν έλλειψη.

1.7.3 Συγκομιδή

Η συγκομιδή δεν πρέπει να γίνεται πιο νωρίς γιατί τότε, αν και παίρνουμε σανό υψηλής ποιότητας, η ποσότητα είναι πολύ μικρή. Επίσης, αν η συγκομιδή γίνει πολύ όψιμα (κοντά στην ωρίμανση), ο σανός είναι ποιοτικά υποβαθμισμένος και η απόδοση είναι μικρή λόγω ξήρανσης και απώλειας του φυλλώματος. Ένα άλλο σημαντικό πρόβλημα κατά την περίοδο συγκομιδής του σανού, είναι οι όψιμες βροχοπτώσεις της άνοιξης οι οποίες προκαλούν διάφορες σήψεις και υποβαθμίζουν την ποιότητα του σανού. Η κοπή των φυτών γίνεται με θεριστική μηχανή. Η χορτομάζα που δημιουργείται μετά την κοπή αφήνεται στο χωράφι για να ξεραθεί. Για την επιτάχυνση της ξήρανσης, γίνεται αναστροφή του σανού με ειδικά μηχανήματα και ακολουθεί η δεματοποίηση. Οι εργασίες της αναστροφής και της δεματοποίησης θα πρέπει να γίνονται τις νυκτερινές ή τις πρώτες πρωινές ώρες για να ελαχιστοποιούνται οι απώλειες.

Σανοδοτική καλλιέργεια. Η κατάλληλη εποχή συγκομιδής του σανοδοτικού βίκου είναι αυτή που αντιστοιχεί στο στάδιο ανάπτυξης που οι λοβοί του έχουν αποκτήσει τα 2/3 του φυσικού τους μεγέθους (Ποδηματάς, 1984). Στην πράξη, αυτό καθορίζεται από τη χρονική περίοδο κατά την οποία οι πράσινοι ακόμα σπόροι μερικών λοβών, στην πίεση ανάμεσα στον αντίχειρα και το δείκτη, δε βγάζουν πια υγρό (στάδιο μαλακής ζύμης). Τότε, η μάζα του σανού αποτελείται από φύλλα και στελέχη που δεν έχουν σκληρυνθεί.

Καρποδοτική καλλιέργεια. Η εποχή συγκομιδής καθορίζεται από τη φυσιολογική ωρίμανση του φυτού. Πιο συγκεκριμένα, το κατάλληλο στάδιο είναι όταν οι περισσότεροι λοβοί έχουν αποκτήσει το χαρακτηριστικό κίτρινο χρώμα του άχυρου. Χρειάζεται μεγάλη προσοχή γιατί ο βίκος είναι φυτό που αν δεν συγκομιστεί στο

κατάλληλο στάδιο τότε οι λοβοί ανοίγουν και ο σπόρος «τινάζει» στο χωράφι. Αυτό συμβαίνει όταν οι λοβοί έχουν αποκτήσει ελαφρώς καφέ, ηλιοκαμένη απόχρωση. Για τους παραπάνω λόγους, ο θερισμός και η αναστροφή των θερισμένων φυτών για αποξήρανση πρέπει να γίνονται τις νυκτερινές ή πρώτες πρωινές ώρες, πριν ακόμα χαθεί εντελώς η νυχτερινή υγρασία που επικάθεται στα φυτά.

1.7.4 Χρήσεις

Ο βίκος χρησιμοποιείται ως μονοκαλλιέργεια για παραγωγή σανού ή καρπού. Εκτός όμως από τις παραπάνω χρήσεις ο βίκος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για χλωρή λίπανση (μηχανική ενσωμάτωση της βλάστησης στο έδαφος), συγκαλλιέργεια με σιτηρά ή ακόμα και για βόσκηση.

Ο βίκος ως φυτό χλωρής λίπανσης: Ο βίκος θεωρείται ένα από τα καταλληλότερα φυτά για τη χλωρή λίπανση για δυο λόγους:

1) έχει την ικανότητα να δεσμεύει το ατμοσφαιρικό άζωτο στο έδαφος και να το διαθέτει στην επόμενη καλλιέργεια και

2) η σπορά του γίνεται το φθινόπωρο και έτσι εκμεταλλευόμενος τις χειμωνιάτικες και πρώιμες ανοιξιάτικες βροχές παράγει σημαντική ποσότητα φυτικής μάζας η οποία αφού ενσωματωθεί αυξάνει την οργανική ουσία του εδάφους.

Ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας για την επιτυχία της χλωρής λίπανσης είναι η επιλογή της κατάλληλης ποικιλίας. Η ποικιλία του βίκου που θα χρησιμοποιηθεί γι' αυτό το σκοπό, θα πρέπει να έχει γρήγορη ανάπτυξη στα πρώτα της στάδια, ώστε μέχρι την ενσωμάτωσή της στο έδαφος ν' αναπτύξει όσο το δυνατόν περισσότερη φυτομάζα.

Επίσης, σημαντικό ρόλο παίζει η εποχή που θα γίνει η ενσωμάτωση. Η κατάλληλη εποχή εξαρτάται από το στάδιο ανάπτυξης του βίκου και από την ημερομηνία σποράς της επόμενης καλλιέργειας. Στόχος είναι η ενσωμάτωση να γίνεται το αργότερο δυνατό για να αποκτήσει ο βίκος το μέγιστο της βιομάζας αλλά να απέχει από τη σπορά της επόμενης καλλιέργειας ώστε να υπάρχει ο απαραίτητος χρόνος για την αποσύνθεση των υπολειμμάτων και την προετοιμασία του εδάφους για την επόμενη καλλιέργεια.

1.7.5 Βελτίωση του βίκου

Ένα βελτιωτικό πρόγραμμα βίκου, περιλαμβάνει τα παρακάτω τέσσερα στάδια όπως περιγράφονται από τους Ranalli και Cubero (1997):

1. Δημιουργία ευνοϊκής γενετικής παραλλακτικότητας. Η επίτευξη του πρώτου σταδίου γίνεται με τον υβριδισμό που είναι ο πιο συνηθισμένος τρόπος δημιουργίας γενετικής παραλλακτικότητας για τα αυτογονιμοποιούμενα είδη (Singh 1987). Η δημιουργία ωφέλιμης γενετικής παραλλακτικότητας πραγματοποιείται με την σωστή επιλογή των γονέων. Ο Simmonds (1979) αναφέρει ότι οι γονείς πρέπει να έχουν υψηλή απόδοση και γενετική απόσταση που εξασφαλίζεται με τη διαφορετική καταγωγή ώστε τα γνωρίσματα να ελέγχονται από διαφορετικές ομάδες γονιδίων. Ο Fasoulas (1978) διατύπωσε την άποψη ότι καλύτεροι γονείς είναι εκείνοι που οδηγούν σε ετερωτική ευρωστία στην F1 γενεά και μικρότερο εκφυλισμό στην F2. Σε κάθε περίπτωση η επιτυχημένη επιλογή των γονέων είναι το πρώτο βήμα που οδηγεί στην επίτευξη υψηλοαποδοτικών ποικιλιών (Nass 1979).

Την επιλογή των γονέων ακολουθεί μεγάλος αριθμός διασταυρώσεων και η επιλογή των ελπιδοφόρων διασταυρώσεων (promising crosses). Δυστυχώς μέχρι σήμερα δεν έχει προταθεί κάποια ιδιαίτερα αποτελεσματική μέθοδος επιλογής των υποσχόμενων διασταυρώσεων στην F1 γενεά αν και έχουν προταθεί αξιόλογες απόψεις βασισμένες κυρίως στην αναγνώριση των καλύτερων διασταυρώσεων από την απόδοση στην F1 και F2 γενεά αλλά και την μεσογονική τιμή (Nass 1979, Kotzamanidis και Roupakias 2004). Η ανάπτυξη της τεχνολογίας των μοριακών δεικτών μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στην πρόβλεψη των γενετικών αποστάσεων μεταξύ καθαρών σειρών και στην επιλογή των γονέων που θα οδηγήσουν σε μεγαλύτερη γενετική παραλλακτικότητα (Manjarrez-Sandoval κ.α. 1997, Cheres κ.α. 2000).

Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να τονιστεί ότι ευνοϊκή γενετική παραλλακτικότητα σημαίνει ότι το υλικό περιλαμβάνει γονίδια που αν βρεθούν σε κατάλληλους συνδυασμούς στις τελικές ποικιλίες προσδίδουν σ' αυτές βελτιωμένες ιδιότητες για τα γνωρίσματα για τα οποία επιδιώκεται η βελτίωση. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει αρχικά να οριστεί ο στόχος του βελτιωτικού προγράμματος που θα καθορίσει και τα υλικά με τα οποία θα ξεκινήσει το βελτιωτικό πρόγραμμα. Εσφαλμένη επιλογή

γονέων οδηγεί σε περιορισμένη ευρωστία, με τις ποικιλίες που θα δημιουργηθούν να μην ανταποκρίνονται στις σύγχρονες ανάγκες της γεωργίας.

Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί και η παραλλακτικότητα που παρουσιάζεται στους τοπικούς πληθυσμούς, οι οποίοι είναι ετερογενείς και η ποικιλομορφία τους υπόκειται διαρκώς σε μεταβολές λόγω φυσικών, γενετικών και επιγενετικών διαδικασιών που υποβοηθούνται ακόμη περισσότερο από τις κλιματικές αλλαγές. Η σωστή διαχείριση της παραλλακτικότητας ενός τοπικού πληθυσμού μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία αξιόλογων ποικιλιών (Tokatlidis and Vlachostergios, 2016)

2. Επιλογή στις διασπώμενες γενιές. Από τη στιγμή που δημιουργείται η γενετική παραλλακτικότητα αυτή αξιοποιείται με επιλογές γενοτύπων και απογονική αξιολόγησή τους. Η εναλλαγή επιλογή – απογονική αξιολόγηση είναι συνεχής για αρκετές γενεές γεωργικού πειραματισμού (μέχρι και επτά με οκτώ γενεές). Αποσκοπεί με την επιλογή στην αναγνώριση υπέρτερων γενοτύπων με βάση το φαινότυπό τους και με την απογονική αξιολόγηση στην επιβεβαίωση ότι η υπεροχή είναι κληρονομήσιμη (Τοκατλίδης, 2017). Οι μέθοδοι που προτείνονται για τη βελτίωση του βίκου είναι οι παρακάτω τρεις που εφαρμόζονται και για άλλα αυτογονιμοποιούμενα ψυχανθή (Βλαχοστέργιος, 2009):

A. Η γενεαλογική επιλογή (Pedigree Selection), που συνίσταται στη φαινοτυπική επιλογή ατομικών φυτών από την F2 γενεά και σπορά των απογόνων τους σε γραμμές. Στις επόμενες γενεές γίνεται επιλογή μεταξύ και εντός των γραμμών μέχρις ότου σταθεροποιηθούν οι γενότυποι. Συνδυάζει τη φαινοτυπική επιλογή με τον απογονικό έλεγχο. Μειονέκτημα της μεθόδου είναι η επιλογή με βάση το φαινότυπο και η τήρηση μεγάλων και δύσχρηστων γενεαλογικών βιβλίων. Εκτός από την κλασσική γενεαλογική επιλογή εφαρμόζεται και η μέθοδος της κυψελωτής γενεαλογικής επιλογής που βασίζεται στις αρχές της τυπικής γενεαλογικής επιλογής σε συνδυασμό με τις αρχές για τον ανταγωνισμό και τον πειραματισμό (Fasoulas 1973). Αναλυτικότερα: α). Εφαρμόζονται μεγάλες αποστάσεις μεταξύ των φυτών (απουσία ανταγωνισμού) για την αντιμετώπιση της επισκιαστικής δράσης στην αναγνώριση των υπέρτερων γενοτύπων η οποία απορρέει από την αρνητική συσχέτιση μεταξύ αποδοτικής και ανταγωνιστικής ικανότητας, β) Η έλλειψη ανταγωνισμού που συνοδεύεται από μεγιστοποίηση των φαινοτυπικών διαφορών διευκολύνει την επιλογή ατομικών φυτών, με αποτέλεσμα

αυτή να εφαρμόζεται μέχρι την τελευταία γενεά (F7), γ). Η επιλογή ατομικών φυτών γίνεται πάντοτε με κριτήριο την απόδοσή του (μέθοδος κινητού κύκλου) και όχι οπτικά, δ). Η επιλογή απουσία ανταγωνισμού εξασφαλίζει μεγάλη παραγωγή σπόρων από κάθε φυτό, με αποτέλεσμα να είναι εφικτή η διατοπική επιλογή από τις πρώτες γενεές, ε) Τα κυψελωτά πειραματικά σχέδια απογονικής αξιολόγησης με τη συστηματική και όχι τυχαία διάταξη των οικογενειών ελέγχουν αποτελεσματικά την ετερογένεια του εδάφους, τόσο για τη συγκριτική αξιολόγηση των οικογενειών όσο και για την επιλογή φυτών μέσα στις καλύτερες οικογένειες, στ). Τα πειραματικά σχέδια δίνουν τη δυνατότητα αξιολόγησης μεγάλου αριθμού οικογενειών γεγονός που είναι χρήσιμο ιδιαίτερα στις πρώτες γενεές του γενεαλογικού προγράμματος, ζ) Στα πειραματικά σχέδια είναι εφικτό να περιλαμβάνεται ένας σταθερός μάρτυρας σε όλες τις γενεές απογονικής αξιολόγησης βελτιώνοντας την αξιοπιστία της συγκριτικής αξιολόγησης των οικογενειών.

Β. Η ομαδική αναπαραγωγή (Bulk population), που δημιουργήθηκε για να αποφευχθεί η επίπονη γενεαλογική επιλογή. Στη ομαδική αναπαραγωγή γίνεται συγκομιδή όλων των φυτών μιας γενεάς και την επόμενη γενεά σπέρνεται ένα τυχαίο δείγμα (Allard 1960). Πλεονέκτημα της μεθόδου είναι η ευκολία στην εφαρμογή. Μειονέκτημα της ομαδικής αναπαραγωγής θεωρείται η επίδραση της φυσικής επιλογής υπέρ των ανταγωνιστικότερων και όχι πάντοτε αποδοτικότερων γενοτύπων.

Γ. Η καταγωγή από μεμονωμένους σπόρους (Single Seed Descent), που αποτελεί τροποποίηση της γενεαλογικής επιλογής και συνίσταται στην συγκομιδή και σπορά ενός μόνο σπόρου από κάθε φυτό του πειραματικού για τη δημιουργία της επόμενης γενεάς. Μειονέκτημα της μεθόδου είναι η πιθανότητα να μην φυτρώσουν κάποιοι σπόροι και συνεπώς να απωλεστούν ορισμένες οικογένειες. Πλεονέκτημα της μεθόδου είναι η αποφυγή διατήρησης μεγάλου αριθμού σειρών και η οικονομικότητά της σε σχέση με τη γενεαλογική μέθοδο.

3. Αξιολόγηση των επιλεγμένων σειρών. Μετά το πέρας του σταδίου των επιλογών και απογονικού ελέγχου ο βελτιωτής καταλήγει σε γενοτύπους που θεωρεί ότι μπορούν να αποτελέσουν νέες ποικιλίες. Για να αποφασίσει ποιες από τις επιλεγμένες σειρές θα προωθηθούν για να γραφούν ως νέες ποικιλίες γίνεται

αξιολόγησή τους σε επαναλαμβανόμενα πειράματα σε πυκνή σπορά. Επιθυμητός στόχος είναι η αξιολόγηση να γίνεται σε όσο το δυνατόν περισσότερες περιοχές και τουλάχιστον για δύο έτη.

4. Περιγραφή, εγγραφή και απελευθέρωση της/των ποικιλιών. Μετά ή και κατά τη διάρκεια των επαναλαμβανόμενων δοκιμών γίνεται η περιγραφή των εν δυνάμει νέων ποικιλιών σύμφωνα με διεθνή πρωτόκολλα (UPOV). Οι σειρές που έχουν κληρονομήσιμα επιθυμητά αγροκομικά χαρακτηριστικά προωθούνται για εγγραφή στο εθνικό και κοινοτικό κατάλογο ποικιλιών σύμφωνα με την ισχύουσα Εθνική Νομοθεσία (N1564/1985). Αμέσως μετά την εγγραφή τους μπορούν να μπουν στη διαδικασία της σποροπαραγωγής ώστε οι μικρές διαθέσιμες ποσότητες σπόρου της νέας ποικιλίας να πολλαπλασιαστούν σε επίπεδα που να ικανοποιούν τις ανάγκες της γεωργικής πράξης.

Σχετικά με την επίδραση του ανταγωνισμού στην αποτελεσματικότητα της επιλογής στο βίκο, οι Chatzoglou και Tokatlidis (2012) μελέτησαν εάν η πυκνότητα σποράς και κατά συνέπεια ο ανταγωνισμός, μπορεί να επηρεάσει τη βελτίωση ενός τοπικού πληθυσμού εξαιτίας της έκφρασης ή μη των γονιδίων σε συγκεκριμένες συνθήκες. Σύμφωνα με την έρευνα αυτή, το γενετικό δυναμικό ενός πληθυσμού στον οποίο θα γίνουν επιλογές, μπορεί να εκτιμηθεί εσφαλμένα υπό συνθήκες ανταγωνισμού εξαιτίας της αρνητικής συσχέτισης του ανταγωνισμού με την απόδοση στο χωράφι. Οι ανωτέρω ερευνητές προκειμένου να διερευνηθεί το ενδεχόμενο της αρνητικής συσχέτισης εγκατέστησαν πείραμα με τοπικό πληθυσμό και μια ποικιλία μάρτυρα με πυκνότητες φύτευσης από 1,15 έως 25 φυτά/τ.μ. Το αρχικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε για την έρευνα αυτή ήταν ένας μη καταχωρημένος πληθυσμός από ιδιωτική σποροπαραγωγική εταιρία (Σπόροι Ζουλιάμης). Ο συγκεκριμένος σπόρος χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα λόγω της παραλλακτικότητας και του έντονου αγροκομικού ενδιαφέροντος που αναδείχθηκε σε καλλιέργεια σε νησιά του ανατολικού Αιγαίου. Τα αποτελέσματα αποδόθηκαν στην ετερογένεια του πληθυσμού έναντι στην ομοιογένεια της ποικιλίας σε συνδυασμό με την προαναφερθείσα αρνητική συσχέτιση. Η απόδοση σε σπόρο φάνηκε να είναι μικρότερη στην περίπτωση της μεγαλύτερης απόστασης φύτευσης και μεγαλύτερη στην περίπτωση που τα φυτά είχαν μεγαλύτερο ανταγωνισμό. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν και ενίσχυσαν την πεποίθηση ότι το παραγωγικό δυναμικό ενός

γενοτύπου είναι αντιστρόφως ανάλογο με την ανταγωνιστική του ικανότητα. Έτσι, οι Chatzoglou και Tokatlidis (2012) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι για να εντοπιστούν αξιόλογοι γενότυποι και να φανεί αν το γενετικό υλικό μπορεί να λειτουργήσει ως γενετικό απόθεμα θα πρέπει να εξαλείφεται ο ανταγωνισμός ανάμεσα στα φυτά μέσω της χαμηλής πυκνότητας σποράς.

1.7.6 Στόχοι της βελτίωσης στο βίκο (Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας)

Κοινό στόχο των προγραμμάτων βελτίωσης του βίκου αποτελεί η αυξημένη παραγωγικότητα και σταθερότητα των ποικιλιών. Ωστόσο, όπως ήδη έχει σημειωθεί ο βίκος είναι κτηνοτροφικό φυτό το οποίο έχει δυο χρήσεις. Την παραγωγή για σανό, η οποία ενδιαφέρει τους γεωργούς και τους κτηνοτρόφους και την παραγωγή για καρπό που ενδιαφέρει πρωτίστως τις σποροπαραγωγικές επιχειρήσεις και δευτερευόντως τους κτηνοτρόφους. Βέβαια, η ιεράρχηση της αξίας των προϊόντων του βίκου διαφέρει ανάλογα με τις ανάγκες της αγοράς στην οποία απευθύνεται. Έτσι, σύμφωνα με τους Cakmakci και Acikgoz (1994) ο πρωταρχικός στόχος σε ένα βελτιωτικό πρόγραμμα βίκου είναι η αύξηση της απόδοσης σε σπόρο και η απόδοση σε σανό έρχεται δεύτερη σε ενδιαφέρον. Από τα παραπάνω, γίνεται αντιληπτό ότι ο πρωταρχικός στόχος ενός βελτιωτικού προγράμματος βίκου θα πρέπει να είναι η δημιουργία ποικιλιών που θα χαρακτηρίζονται από εξαιρετική απόδοση σε σανό αλλά και σε καρπό.

Ωστόσο, τα δεδομένα της διεθνούς βιβλιογραφίας είναι λιγοστά και δεν δείχνουν την ύπαρξη σταθερής θετικής συσχέτισης μεταξύ υψηλής απόδοσης σε καρπό και σανό. Οι Akmakci et al, (1994) εξέτασαν υπό συνθήκες ξηρασίας στην Προύσα της Τουρκίας 178 χαρακτηριστικά του κοινού βίκου και βρήκαν σημαντική συσχέτιση μεταξύ απόδοσης σε σπόρο και ξηρή βιομάζα. Στην ίδια εργασία παρατηρήθηκε ότι η κληρονομικότητα υπό την ευρεία έννοια (H) ήταν υψηλή για το βάρος 1000 σπόρων και τον αριθμό σπόρων ανά λοβό, ενώ για την απόδοση σε σανό και σπόρο ήταν μικρή και ίση με 0,39 και 0,04 αντίστοιχα. Ο Δείκτης συγκομιδής, το βάρος 1000 σπόρων και η πρώιμη ευρωστία έδειξαν σημαντικές θετικές συσχετίσεις με την απόδοση σε σπόρο, αλλά η ημερομηνία άνθισης φάνηκε να συσχετίζεται αρνητικά με την απόδοση σε σπόρο. Επίσης, οι Acikoz et al., (1989), βρήκαν ότι οι σπόροι ανά λοβό, οι λοβοί ανά φυτό, το βάρος 1000 σπόρων και το ύψος του φυτού συνδέονται στενά με την απόδοση σε σπόρο.

Σύμφωνα με τους Lorenzetti, (1981) και Poehlman, (1977), όπως αναφέρεται από τους Cakmakci και Acikgoz (1994), και τον Van Den Eynden, (1953) η απόδοση σε σπόρο και η απόδοση σε σανό δεν είναι χαρακτηριστικά που συσχετίζονται πάντα θετικά και πράγματι, σύμφωνα με τους Blum και Lehrer, (1973) τα δύο αυτά χαρακτηριστικά είχαν αρνητική συσχέτιση. Στην ίδια εργασία τους οι Blum και Lehrer, (1973) βρήκαν ότι η απόδοση σε σπόρο συσχετίζεται θετικά με τη ευρωστία των νεαρών φυταρίων και συσχετίζεται αρνητικά με την ημερομηνία ανθοφορίας και την ποσότητα σπόρων ανά λοβό. Ο συντελεστής συσχέτισης μεταξύ απόδοσης σε καρπό και σανό είναι υψηλότερος σε άλλες χορτοδοτικές καλλιέργειες σε σχέση με το βίκο, και μάλιστα σημαντικές θετικές συσχετίσεις ανάμεσα σε απόδοση σε καρπό και σανό έχουν αναφερθεί σε άλλα ετήσια ψυχανθή (Ceccarelli και Somaroo, 1981).

Άλλοι εξίσου σημαντικοί στόχοι των βελτιωμένων ποικιλιών βίκου είναι οι παρακάτω:

Προσαρμοστικότητα σε ξηροθερμικά περιβάλλοντα

Τα σπουδαιότερα χαρακτηριστικά για την επίτευξη της προσαρμοστικότητας σε ξηροθερμικές περιοχές είναι η πρωιμότητα στην άνθιση, και ει δυνατόν η ολοκλήρωση της καρπόδεσης πριν την έναρξη της ξηροθερμικής περιόδου (Solanki κ.α. 2007).

Ανθεκτικότητα σε εχθρούς και ασθένειες

Οι εχθροί του βίκου και οι μυκητολογικές ασθένειες έχουν αποδειχθεί καταστροφικές αν δεν υπάρξει έγκαιρη αντιμετώπιση. Ωστόσο, ο πιο αποτελεσματικός και οικονομικός τρόπος είναι η γενοτυπική ανθεκτικότητα. Οι κυριότερες ασθένειες είναι η βοτρυτίδα, ο περονόσπορος, η ασκοχύτωση και το ωίδιο. Οι σπουδαιότεροι εχθροί είναι οι αφίδες, ο βρούχος, η σιτόνα και το άπιο (Ηλιάδης 2004, Βλαχοστέργιος 2012).

Ανταγωνιστικότητα έναντι των ζιζανίων

Η διερεύνηση της ανταγωνιστικής ικανότητας γενοτύπων βίκου με τα ζιζάνια έχει μεγάλο ενδιαφέρον τόσο στη γεωργία μειωμένων εισροών όσο και στη συμβατική γεωργία, καθώς όλο και λιγότερα ζιζανιοκτόνα υπάρχουν διαθέσιμα για χρήση στην

καλλιέργεια του βίκου. Το Ινστιτούτο Βιομηχανικών & Κτηνοτροφικών Φυτών Λάρισας έχει διενεργήσει σχετικά πειράματα (Βλαχοστέργιος και Λιθουργίδης, 2012) από τα οποία προέκυψε η ποικιλία βίκου Λεωνίδας (Vlachostergios et al., 2018, Βλαχοστέργιος, 2016) η οποία πρόσφατα γράφηκε στον Εθνικό Κατάλογο Ποικιλιών (Anonymous, 2016¹)

Ποιότητα

Ένας από τους βελτιωτικούς στόχους που αρχίζει να αναπτύσσεται τελευταία είναι η παραγωγή σανού υψηλής ποιότητας, που σχετίζεται με την μειωμένη περιεκτικότητα αντιδιατροφικών παραγόντων και την αυξημένη πρωτεΐνη.

1.7.7 Η βελτίωση του βίκου στην Ελλάδα

Η Ελλάδα ήταν μια από τις πρώτες χώρες όπου διενεργήθηκε συστηματική βελτίωση του βίκου. Η ίδρυση και λειτουργία του Σταθμού Ερεύνης Κτηνοτροφικών Φυτών & Οσπρίων (σημερινό Ινστιτούτο Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών) στη Λάρισα το 1933, συνετέλεσε ώστε η καλλιέργεια τοπικών αβελτίωτων πληθυσμών να αντικατασταθεί από βελτιωμένες ποικιλίες. Η βελτιωτική μεθοδολογία που εφαρμόστηκε στο Ινστιτούτο ήταν η συμβατική γενεαλογική επιλογή (Pedigree Selection), η επιλογή καθαρών σειρών (Pure Line Selection) στην περίπτωση βελτίωσης τοπικών πληθυσμών (landraces), ενώ την τελευταία δεκαετία εφαρμόζεται κυρίως η κυψελωτή μεθοδολογία. Οι περισσότερες από αυτές τις ποικιλίες είναι άριστα προσαρμοσμένες σε περιορισμένες περιοχές, λίγες έχουν ευρεία προσαρμοστικότητα και κάποιες μπορούν να αξιοποιήσουν ακραία περιβάλλοντα.

1.8 Σκοπός της εργασίας

Στην παρούσα μελέτη γίνεται μια προσπάθεια αρχικά να συσχετιστεί το ύψος με την απόδοση σε βιομάζα και σπόρο και έπειτα να βρεθούν οι συσχετίσεις ανάμεσα σε βιομάζα και σπόρο. Στην πορεία θα γίνει αξιολόγηση των σειρών για την απόδοση σε βιομάζα και την απόδοση σε σπόρο και τα ατομικά φυτά που εμφανίζονται έχοντας εξίσου καλή βιομάζα και σπόρο θα επιλεγθούν για απογονικό έλεγχο.

2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Γενετικό υλικό

Στην παρούσα εργασία ως υλικό εκκίνησης χρησιμοποιήθηκαν προχωρημένες σειρές που δόθηκαν από ιδιωτική εταιρία προς βελτίωση και ποικιλίες εγγεγραμμένες στο διεθνή κατάλογο ποικιλιών. Το γενετικό υλικό ήταν διαθέσιμο από το Ινστιτούτο Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών Λάρισας και αναλυτικά παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα. Οι καταχωρημένοι πληθυσμοί είναι σταθεροί γενότυποι που προέκυψαν από τοπικές ποικιλίες και χρησιμοποιούνται από έλληνες γεωργούς εδώ και χρόνια. Οι μη σταθεροί γενότυποι που δόθηκαν στο Ινστιτούτο Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών Λάρισας προς βελτίωση, επονομαζόμενοι με τους κωδικούς Bl-1, Bl-2, Bl-3, Bl-4, παρουσίασαν μεγάλη παραλλακτικότητα στα εξωτερικά χαρακτηριστικά του σπόρου κι έτσι αποφασίστηκε να γίνει ομαδοποίηση αρχικά όσον αφορά τα χαρακτηριστικά του σπόρου.

Τα χαρακτηριστικά του σπόρου που παρουσίασαν ενδιαφέρον και χρησιμοποιήθηκαν για τη διευκόλυνση της ομαδοποίησης και κατ' επέκταση και της σποράς ήταν το χρώμα του περικαρπίου, το σχήμα του, η διακόσμησή του, που αφορά την ένταση εμφάνισης κηλίδων και το χρώμα τους και το χρώμα της κοτυληδόνας. Η ομαδοποίηση και η αξιολόγηση των χαρακτηριστικών του σπόρου έγινε κατά UPOV. Το χρώμα του περικαρπίου στο βίκο μπορεί να είναι καφέ ή πράσινο, το σχήμα ορθογώνιο, σφαιρικό ή ελλειψοειδές, η διακόσμηση μπορεί να είναι από πολύ μικρή έως πολύ μεγάλης έντασης, και η αξιολόγηση γίνεται σε κλίμακα 1,3,5,7,9 με τον αριθμό 1 να περιγράφει την μικρότερη ένταση και το 9 τη μέγιστη- διάχυτη σε όλο το περικάρπιο. Όσον αφορά το χρώμα της διακόσμησης μπορεί να είναι καφέ ή μαύρο-μπλε και το χρώμα της κοτυληδόνας πράσινο ή πορτοκαλί.

Οι οπτικές παρατηρήσεις έγιναν με τη χρήση στερεοσκοπίου (StereoBlue, SB.1903-CMEX, Euromex), (εικόνες 2.1 και 2.2). Στη συνέχεια, έγινε λήψη φωτογραφιών και αξιολόγηση μέσω υπολογιστή. Σύμφωνα με τις οπτικές παρατηρήσεις που έγιναν στους σπόρους των πληθυσμών προς βελτίωση, προέκυψαν ορισμένες υποομάδες που επιλέχθηκαν λόγω εμφανούς πλειοψηφίας στο σύνολο των σπόρων. Έτσι η σπορά που ακολούθησε περιλάμβανε τους αρχικούς πληθυσμούς Bl-1, Bl-2, Bl-3, Bl-4, τις υποομάδες που επιλέχθηκαν και τις ποικιλίες Καλλιρόη, Εύηνος, Τέμπη, Ζέφυρος,

Αλέξανδρος, Λεωνίδας. Στον πίνακα 2.3 περιγράφονται οι πληθυσμοί και οι ποικιλίες που αξιοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη



Εικόνα2.1 Απεικόνιση των χαρακτηριστικών του σπόρου στο στερεοσκόπιο

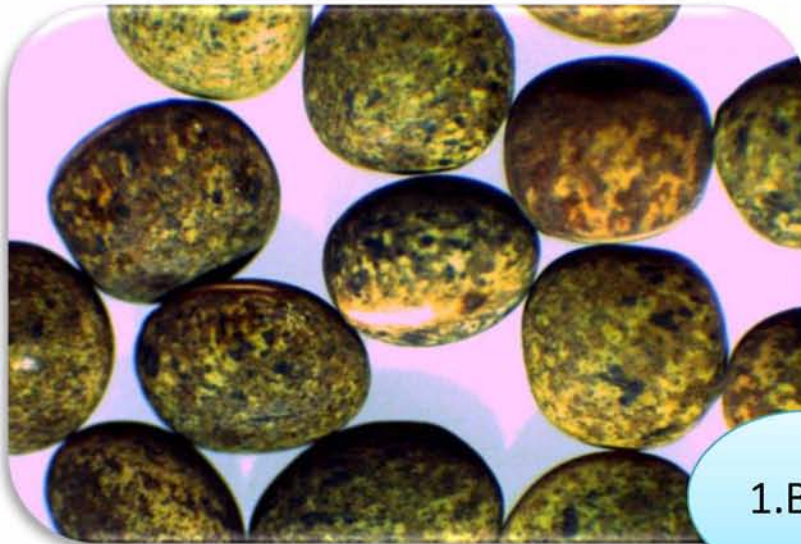


Εικόνα 2.2 Στερεοσκόπιο (StereoBlue, SB.1903- CMEX, Euromex)

Πίνακας 2.3 Σειρές που χρησιμοποιήθηκαν στη σπορά. Περιλαμβάνουν τους μη βελτιωμένους πληθυσμούς και τις υποκατηγορίες που δημιουργήθηκαν από τους πληθυσμούς αυτούς, καθώς και τις καταχωρημένες στον εθνικό κατάλογο ποικιλίες

Κωδικός R-19	Ονομασία	Περιγραφή
1	BI-1	Αρχικός πληθυσμός
2	BI-2	Αρχικός πληθυσμός
3	BI-3	Αρχικός πληθυσμός
4	BI-4	Αρχικός πληθυσμός
5	Επιλογή από BI-1	Σφαιρικό
6	Επιλογή από BI-1	Ορθογώνιο
7	Επιλογή από BI-2	Ορθογώνιο, γκρι- πράσινο περικάρπιο, μέσης διακόσμησης (1-5), πράσινη κοτυληδόνα
8	Επιλογή από BI-2	Ορθογώνιο, γκρι- πράσινο περικάρπιο, έντονης διακόσμησης (5-7), πράσινη κοτυληδόνα
9	Επιλογή από BI-4	Ορθογώνιο
10	Επιλογή από BI-4	Σφαιρικό
11	Επιλογή από BI-3	Ορθογώνιο, γκρι πράσινο περικάρπιο, μέση έως πολύ μεγάλη διακόσμηση (5-9), πράσινη κοτυληδόνα
12	Επιλογή από BI-3	Σφαιρικό
13	Επιλογή από BI-3	Μη ξεκάθαρο σχήμα, καφέ και μπλε διακόσμηση μέση έως πολύ μεγάλη (5-9)
14	Καλλιρόη	Καταχωρημένη ποικιλία
15	Εύηνος	Καταχωρημένη ποικιλία
16	Τέμπη	Καταχωρημένη ποικιλία
17	Ζέφυρος	Καταχωρημένη ποικιλία
18	Αλέξανδρος	Καταχωρημένη ποικιλία
19	Λεωνίδας	Καταχωρημένη ποικιλία

Οι κατηγορίες που διαμορφώθηκαν ήταν τελικά και αυτές με τις οποίες έγινε η σπορά. Στην εικόνα 3 φαίνονται οι 13 υποομάδες που προέκυψαν από τους πληθυσμούς προς βελτίωση.



1.BL-1



2.BL-2



3.BL-3



4.BL-4



5. BL-1
σφαιρικό



6. BL-1
ορθογώνιο



7.BL-2

Ορθογ., μέση
διακόσμηση



8. BL-2

Ορθογ., έντονη
διακόσμηση



9. BL-4

ορθογώνιο



10. BL-4
σφαιρικό



11. BL-3
Ορθογώνιο.,
έντονη
διακόσμηση



12. BL-3
Σφαιρικό
Έντονη
διακόσμηση



13. BL-3

Μη ξεκάθαρο
σχήμα, μπλε
διακόσμηση



14.

Καλλιπρόη



15.

Εύηνος



16.
Τέμπη



17.
Ζέφυρος



18.
Αλέξανδρος



Εικόνα 2.4 Οι κατηγορίες που δημιουργήθηκαν και συμμετείχαν στη σπορά

2.1.1 Περιγραφή Ποικιλιών Βίκου που χρησιμοποιήθηκαν στον πειραματισμό ως μάρτυρες

«ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ»

Δημιουργήθηκε για παραγωγή σανού και προέρχεται από διασταύρωση μεταξύ διαλογών ελληνικών τοπικών πληθυσμών. Χαρακτηρίζεται από μεγάλη σταθερότητα και άριστη προσαρμοστικότητα στις συνθήκες της Ελληνικής υπαίθρου. Το χρώμα του άνθους είναι ανοιχτό βιολετί. Ο σπόρος έχει χρώμα καστανό με χαρακτηριστική σκούρα κηλίδα. Το βάρος 1000 σπόρων κυμαίνεται στα 67-70 γραμμάρια. Αναπτύσσει πλούσια φυτική μάζα, αν και στα πρώτα στάδια η ανάπτυξή της καλλιέργειας δεν είναι ιδιαίτερα γρήγορη. Το ύψος των βλαστών κυμαίνεται από 50 έως 115 εκατοστά. Είναι πρόιμη ως προς την άνθιση και είναι κατάλληλη για χλωρή λίπανση. Η μέση στρεμματική απόδοση σε σανό της ποικιλίας Αλέξανδρος κυμαίνεται στα 400-650 κιλά στο στρέμμα και σε καρπό τα 150-200 κιλά στο στρέμμα. Δεν είναι γενετικά τροποποιημένη ποικιλία. Σποροπαράγεται από τις εταιρείες ΚΕΣΠΥ (τηλ. 2410 661295, Λάρισα), FAS (2410 627997, Λάρισα) και ΓΑΙΑ ΑΕ (τηλ. 2310 752393, Θεσσαλονίκη)

«ΕΥΗΝΟΣ»

Δημιουργήθηκε για παραγωγή σανού και είναι προϊόν επιλογής εντός πληθυσμού που εισήχθη από την Ιταλία. Έχει ευρεία προσαρμοστική ικανότητα και πολύ καλή ικανότητα εγκατάστασης. Το χρώμα του άνθους είναι ανοιχτό βιολετί. Ο σπόρος είναι υποσφαιρικός, μετρίου μεγέθους και έχει χρώμα πράσινο-καστανό με καφέ κηλίδες και μαύρα στίγματα. Η κοτυληδόνα του έχει χρώμα κίτρινο-κρεμ. Αναπτύσσει πλούσια φυτική μάζα και το ύψος των βλαστών κυμαίνεται από 50 έως 128 εκατοστά. Είναι μεσοπρόιμη ποικιλία. Οι σπόροι είναι σχετικά μικροί με βάρος 1000 σπόρων 55-62 γραμμάρια. Είναι κατάλληλη για χλωρά λίπανση. Η μέση στρεμματική απόδοση σε σανό της ποικιλίας Εύηνος κυμαίνεται στα 400-650 κιλά στο στρέμμα και σε καρπό τα 130-190 κιλά στο στρέμμα. Δεν είναι γενετικά τροποποιημένη ποικιλία. Σποροπαράγεται από την εταιρεία AGROLAND αφοι Κατσή (τηλ. 24430 29000, Σοφάδες Καρδίτσας)

«ΚΑΛΛΙΠΡΟΗ»

Δημιουργήθηκε για παραγωγή σανού και καρπού. Προσαρμόζεται και αποδίδει καλά σε όλα τα περιβάλλοντα ενώ αποδίδει ικανοποιητικά ακόμη και σε ξηρικές χρονιές. Τα άνθη του έχουν το χαρακτηριστικό ανοιχτό βιολετί χρώμα του βίκου, ενώ οι σπόροι του έχουν ως βασικό χρώμα το γκρι-πράσινο και χαρακτηρίζονται από την ύπαρξη εκτεταμένων στιγμάτων και κηλίδων. Είναι η πιο πρώιμη ποικιλία του ΙΚΦ&Β με γρήγορο ρυθμό ανάπτυξης από τα πρώτα στάδια. Το ύψος της κυμαίνεται από 55-115 εκατοστά ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες. Είναι κατάλληλη για χλωρή λίπανση και συγκαλλιέργεια με κριθάρι. Το βάρος 1000 σπόρων είναι 70-75 γρ. Η μέση στρεμματική απόδοση κυμαίνεται στα 400 -650 κιλά σανού/στρ., ενώ η απόδοση σε καρπό 180-250 κιλά/στρ. Δεν είναι γενετικά τροποποιημένη ποικιλία. Σποροπαράγεται από την εταιρεία BIOS AGROSYSTEMS (τηλ. 2310-568844, Σίνδος Θεσσαλονίκη)

«ΖΕΦΥΡΟΣ»

Ποικιλία κατάλληλη για παραγωγή σανού και σπόρου που δημιουργήθηκε με τη μέθοδο της γενεαλογικής επιλογής από διασταύρωση της ποικιλίας «Μίνως» και πληθυσμού που εισήχθη από το εξωτερικό (Ισραήλ). Προσαρμόζεται πολύ καλά σε όλα τα περιβάλλοντα και εμφανίζει ικανοποιητική αντοχή στην ξηρασία. Τα άνθη του έχουν χρώμα βιολετί-λιλά. Ο σπόρος είναι υποσφαιρικός, σε αποχρώσεις του πράσινου με καφέ και μαύρα στίγματα. Το βάρος 1000 σπόρων κυμαίνεται στα 72-77 γραμμάρια. Κατατάσσεται στην κατηγορία των μεσοπρώιμων ποικιλιών με ύψος βλαστών από 50 έως 117 εκατοστά. Η μέση στρεμματική απόδοση σε σανό κυμαίνεται στα 400-600 κιλά στο στρέμμα και σε καρπό τα 150-220 κιλά στο στρέμμα. Δεν είναι γενετικά τροποποιημένη ποικιλία. Σποροπαράγεται από τις εταιρείες Κλαρούδας (τηλ. 2261032964, Ορχομενός) και Αγροτικός Συνεταιρισμός Νίκαιας (2410921172 Νίκαια Λάρισας)

«ΤΕΜΠΗ»

Δημιουργήθηκε για παραγωγή σανού και καρπού και είναι προϊόν γενεαλογικής επιλογής από διασταύρωση μεταξύ της σειράς Β-22 και διαλογής από τοπικό πληθυσμό. Έχει άριστη ικανότητα εγκατάστασης στις συνθήκες της Ελληνικής υπαίθρου, ενώ η αντοχή στην ξηρασία χαρακτηρίζεται ικανοποιητική. Έχει χρώμα άνθους, ανοιχτό βιολετί. Είναι πρώιμη-μεσοπρώιμη ποικιλία. Ο σπόρος έχει χρώμα ανοιχτό-φαιό και η κοτυληδόνα είναι κρεμ-πορτοκαλί. Το βάρος 1000 σπόρων

κυμαίνεται στα 55-65 γραμμάρια. Αναπτύσσει πλούσια φυτομάζα και το ύψος των βλαστών κυμαίνεται από 44 έως 120 εκατοστά. Προτείνεται για χλωρή λίπανση και συγκαλλιέργεια με βρώμη. Η μέση στρεμματική απόδοση σε σανό της ποικιλίας Τέμπη κυμαίνεται στα 400-600 κιλά στο στρέμμα και σε καρπό τα 150-200 κιλά στο στρέμμα. Δεν είναι γενετικά τροποποιημένη ποικιλία. Σποροπαράγεται από την εταιρεία ΟΙΚΟΣ ΣΠΟΡΩΝ-ΚΩΣΤΑΚΗΣ (τηλ. 2310754214 Καλοχώρι Θεσσαλονίκης)

«ΛΕΩΝΙΔΑΣ»

Δημιουργήθηκε με τη μέθοδο της γενεαλογικής επιλογής έπειτα από διασταύρωση των ποικιλιών Armandes X Girlag από το πρόγραμμα δημιουργίας ποικιλιών βίκου του IBKΦ. Στόχος του προγράμματος ήταν η δημιουργία νέων ποικιλιών βίκου με υψηλή απόδοση σε σανό και σπόρο και άριστη προσαρμοστικότητα στις Ελληνικές εδαφοκλιματικές συνθήκες. Με την ολοκλήρωση του προγράμματος, επιλέχθηκαν 3 καθαρές σειρές που ανταποκρίνονταν στα ανωτέρω χαρακτηριστικά. Λόγω της έλλειψης εκλεκτικών ζιζανιοκτόνων για πλατύφυλλα ζιζάνια, οι καθαρές σειρές αξιολογήθηκαν για τρία έτη ως προς την ικανότητα τους να δίνουν υψηλές παραγωγές παρουσία ζιζανίων (weed tolerance) και να καταστέλλουν την ανάπτυξη των ζιζανίων (weed suppression ability). Η καθαρή σειρά που έδωσε τις υψηλότερες τιμές στα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά προωθήθηκε για εγγραφή και μετά από 2/ετή διατοπική αξιολόγηση καταχωρήθηκε στον Εθνικό & Κοινοτικό Κατάλογο Ποικιλιών με το όνομα ΛΕΩΝΙΔΑΣ και θα απελευθερωθεί άμεσα για εμπορική χρήση. Η ποικιλία έχει χρώμα άνθους, ανοιχτό βιολετί, ο σπόρος είναι σφαιρικός με βασικό χρώμα περικαρπίου γκρι-πράσινο και πολύ μικρή επέκταση της καφέ διακόσμησης, ενώ η κοτυληδόνα είναι γκρι-καφέ. Το βάρος 1000 σπόρων κυμαίνεται από 43 έως 51 γρ. Είναι μεσο-πρώιμη ως προς την άνθιση και έχει άριστη προσαρμοστικότητα στις συνθήκες της Ελληνικής υπαίθρου. Σπέρνεται το φθινόπωρο (αρχές-μέσα Νοεμβρίου) με 17-18 κιλά το στρέμμα για παραγωγή σανού και 15-16 κιλά/στρ. για παραγωγή καρπού. Αναπτύσσει πλούσια φυτική μάζα και δίνει μέση στρεμματική απόδοση σε σανό 500-600 κιλά/στρ. ενώ η παραγωγή σε καρπό κυμαίνεται από 150 έως 220 κιλά/στρ. Για παραγωγή σανού μπορεί να καλλιεργηθεί αμιγής ή σε συγκαλλιέργεια με διάφορα σιτηρά. Διατηρητής της ποικιλίας «ΛΕΩΝΙΔΑΣ» είναι το IBKΦ. Διατίθεται στη σποροπαραγωγή.



Εικόνα2.1_Διαχωρισμός των κατηγοριών βάση χαρακτηριστικών του σπόρου

2.2 Χάραξη θέσεων στον αγρό

Στη συγκεκριμένη μελέτη πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση 19 οικογενειών. Το πειραματικό ονομάζεται R-19. Έγινε συστηματική διάταξη ώστε μεταξύ φυτών της ίδιας οικογένειας να σχηματίζονται ισόπλευρα τρίγωνα, όπως ορίζεται από τις αρχές της κυψελωτής μεθοδολογίας. Έτσι εξασφαλίστηκε ομοιόμορφη κατανομή στον αγρό και αποκλεισμός του παράγοντα της ετερογένειας του εδάφους. Έτσι προέκυψαν συγκρίσιμες συνθήκες τόσο μεταξύ των οικογενειών όσο και των ατομικών φυτών της ίδιας οικογένειας.

Το πρώτο φυτό της πρώτης σειράς είναι το R=19, όσες δηλαδή και οι επαναλήψεις. Η σταθερά k , που υπάρχει για κάθε επαναλαμβανόμενο σχέδιο, για τον αριθμό 19 είναι το 7. Από το 9 αφαιρείται το 7 και ο αριθμός 2 που προκύπτει είναι το πρώτο φυτό της επόμενης σειράς. Από το 2 αφαιρείται το $k-1$, όμως επειδή βγαίνει αρνητικός αριθμός (ή και στην περίπτωση που έβγαине μηδέν) προσθέτουμε το R, δηλαδή το 19. Επομένως στην Τρίτη σειρά πρώτο φυτό θα είναι το 15. Με αυτόν τον αλγόριθμο συνεχίζεται η αρίθμηση των σειρών και των γραμμών.

Η σήμανση και ο εντοπισμός των θέσεων που θα γίνει η σπορά γίνεται με τη βοήθεια πλαστικής κορδέλας. Συγκεκριμένα χρησιμοποιούνται δύο πλαστικές κορδέλες στις οποίες έχει προηγηθεί αρίθμηση συγκεκριμένα από το 1 έως το 19 εφόσον πρόκειται για πειραματικό αγρό αξιολόγησης 19 οικογενειών. Η αρίθμηση της δεύτερης κορδέλας αφορά τους αριθμούς των σειρών. Συγκεκριμένα, αναγράφηκαν οι αριθμοί από το 1 έως το 19 σύμφωνα με τον αλγόριθμο που περιγράφηκε. Οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών αλλά και των σειρών είναι

d=100cm. Η δεύτερη, η τέταρτη, η έκτη και ούτω καθεξής σειρές ξεκινούν από d/2 απόσταση, δηλαδή αρχίζουν με εσοχή και καταλήγουν σε εσοχή εφόσον η απόσταση των 100cm τηρείται.

2.3 Κριτήρια επιλογής

Οι Fasoula και Fasoula (2000, 2002) απέδωσαν την αδυναμία επίτευξης προόδου στην έλλειψη κριτηρίου για την αξιολόγηση και επιλογή ατομικών φυτών και προσπάθησαν να διατυπώσουν έναν αντικειμενικό τρόπο επιλογής ατομικών φυτών σε χαμηλή πυκνότητα με την κυψελωτή μέθοδο. Έτσι, πρότειναν ότι η επιλογή πρέπει να βασίζεται στην ανάλυση του παραγωγικού δυναμικού κάθε φυτού σε τρία γενετικά συστατικά που εκτιμώνται με απλές παραμέτρους και αφορούν:

- 1) τα γονίδια που ελέγχουν το παραγωγικό δυναμικό του γενοτύπου και μετριοούνται με το μέσο όρο της απόδοσης των απογόνων του (\bar{x})
- 2) τα γονίδια που ελέγχουν τη σταθερότητα συμπεριφοράς και μετριοούνται με τον τυποποιημένο μέσο όρο των απογόνων του (\bar{x}/s) και
- 3) τα γονίδια που ελέγχουν την ικανότητα του γενοτύπου να ανταποκρίνεται στο επίπεδο προστιθέμενων εισροών και μετριοούνται με το τυποποιημένο διαφορικό επιλογής των απογόνων ($\bar{X}_{sel} - \bar{X}$)/s που αντιστοιχεί σε προκαθορισμένη πίεση επιλογής.

Η Fasoula (2006) παρουσίασε μια νέα εξίσωση εκτίμησης του παραγωγικού δυναμικού [$CYP = CR \cdot CH = (x / \bar{X}_r)^2 \cdot (\bar{X}/s)^2$] που, σύμφωνα με την ερευνήτρια, εκτιμά το παραγωγικό δυναμικό (CYP: Crop Yield Potential) κάθε φυτού στο χωράφι μετατρέποντας την απόδοση του φυτού σε παραγωγικό δυναμικό κάτω από πυκνή σπορά. Η εξίσωση συνίστανται σε δύο παραμέτρους. Την απόδοση του φυτού ή της σειράς στο δακτύλιο (CR ή CLR), που εκτιμά το δυναμικό απόδοσης σε επίπεδο ατομικού φυτού και διαλογής, και τον συντελεστή ομοιόστασης (CH: Coefficient of Homeostasis) που εκτιμά τη σταθερότητα συμπεριφοράς της διαλογής από την οποία προέρχεται το αξιολογούμενο φυτό ή η αξιολογούμενη διαλογή. Για την αριστοποίηση και την καλύτερη ανάλυση της κυψελωτής μεθόδου, προτάθηκε από τους Fasoula and Tokatlidis (2012) η ανάλυση της ανωτέρω εξίσωσης σε δύο νέες εξισώσεις: την εξίσωση $A = (x / \bar{X}_r)^2 \cdot (\bar{X}/s)^2$ που αξιολογεί τα ατομικά φυτά

συγκριτικά μεταξύ τους και την εξίσωση $B = (\bar{x} / \bar{x}_i)^2 \cdot (\bar{x} / s)^2$ που αξιολογεί τις διαλογές συγκριτικά μεταξύ τους. Στις ανωτέρω εξισώσεις x είναι η απόδοση του αξιολογούμενου ατομικού φυτού, \bar{x}_i είναι η μέση απόδοση των φυτών του δακτυλίου, το μέγεθος του οποίου ποικίλει ορίζεται από τον βελτιωτή, \bar{x}_i είναι η μέση απόδοση του συνόλου του πειράματος, ενώ \bar{x} και s είναι η μέση απόδοση και η αντίστοιχη τυπική απόκλιση της αξιολογούμενης διαλογής.

2.4 Καλλιεργητικές εργασίες

Η σπορά έγινε στο αγρόκτημα του Ινστιτούτου Κτηνοτροφικών Φυτών και Βοσκών στην περιοχή της Λάρισας (Γεωγραφικό Πλάτος: 39°36', Γεωγραφικό Μήκος: 22°25') στις 24/11/2017. Το πειραματικό σχέδιο που ακολουθήθηκε ήταν το κυψελωτό R-19 σε σχέδιο 41*47, όπου ο αριθμός, 19 δηλώνει τις επαναλήψεις στον αγρό, το 41 ο αριθμός των γραμμών και το 47 ήταν τα ατομικά φυτά ανά γραμμή. Η απόσταση μεταξύ των φυτών κατά τη σπορά ήταν 100cm και σε κάθε θέση τοποθετήθηκαν 2-3 σπόροι. Η σπορά έγινε με τη χρήση κορδέλας στην οποία είχε προηγηθεί αρίθμηση από το 1 έως το 19, όσες δηλαδή και οι κατηγορίες των ατομικών φυτών. Η συγκεκριμένη κορδέλα χρησιμοποιήθηκε ως κινητή και σε κάθε επόμενη γραμμή το πρώτο νούμερο ήταν διαφορετικό σύμφωνα με τις αρχές του κυψελωτού σχεδίου. Για την αρίθμηση των γραμμών χρησιμοποιήθηκε μία δεύτερη κορδέλα, η οποία ήταν σταθερή. Στην εικόνα 2.4, φαίνεται η χρήση της κινητής και της σταθερής κορδέλας κατά τη σπορά.



Εικόνα 2.2 Η χρήση πλαστικής κορδέλας και πασσάλων κατά τη σπορά

Περίπου 15 ημέρες μετά τη σπορά, ακολούθησε αραίωμα σε όλο των αγρό με σκοπό σε κάθε θέση να υπάρχει ένα και μόνο φυτό. Σε αυτό το σημείο, παρατηρήθηκε προσβολή από άγρια περιστέρια και κρίθηκε απαραίτητη η κάλυψη των φυτών με δίχτυ. Όταν τα φυτά ήταν σε ύψος περίπου 10cm, περάστηκε από το βλαστό καρτελάκι με κωδικό, όπου αναγραφόταν ένας αριθμός που αφορούσε τη σειρά (1-41) και τον αριθμό του ατομικού φυτού (1-47) πάνω στη σειρά. Σε αυτό το στάδιο, μετρήθηκε το πρώτο ύψος. Περίπου 20 ημέρες αργότερα μετρήθηκε το δεύτερο και 20 ημέρες μετά το δεύτερο πάρθηκε το τρίτο ύψος. Στο στάδιο που καταγράφηκε το τρίτο ύψος, παρατηρήθηκε και ο τύπος ανάπτυξης των φυτών. Ο τύπος ανάπτυξης αφορά τη δομή του φυτού στο χώρο, τη διάταξη δηλαδή των βλαστών και διακρίθηκαν τρεις τύποι, ορθόκλαδη, ημι- ορθόκλαδη και πλαγίο- κλαδη διάταξη. Στις εικόνες 2.5, 2.6 και 2.7 φαίνονται οι τρεις διαφορετικοί τύποι διάταξης των βλαστών.

Μετά τις 20 Μαΐου, οι βροχοπτώσεις ήταν συχνές επομένως δεν χρειάστηκαν ποτίσματα μέχρι και τη συγκομιδή. Αυτές οι καιρικές συνθήκες σε συνδυασμό με την ηλιοφάνεια που ακολούθησε και τις υψηλότερες θερμοκρασίες ευνόησαν την εμφάνιση των ζιζανίων. Η ζιζανιοκτονία καθ' όλη την καλλιεργητική περίοδο έγινε με σκαλίσματα όποτε κρινόταν απαραίτητο.



Εικόνα 2.5 Ορθόκλαδη διάταξη βλαστών



Εικόνα 2.6 Ημι-ρθόκλαδη διάταξη βλαστών



Εικόνα 2.7 Πλαγίο- κλαδη διάταξη βλαστών

2.5 Συγκομιδή

Η συγκομιδή έγινε σε δύο στάδια. Το πρώτο στάδιο περιλάμβανε την καταστροφική κοπή του 40% περίπου των φυτών του αγρού προκειμένου να εκτιμηθεί το παραγωγικό δυναμικό του κάθε ατομικού φυτού όσον αφορά το χλωρό βάρος. Στο δεύτερο στάδιο, περίπου 20 ημέρες αργότερα, συγκομίστηκαν και τα υπόλοιπα φυτά. Όλα τα ατομικά φυτά μετά τη συγκομιδή τοποθετήθηκαν αμέσως σε χάρτινες σακούλες όπου αναγράφηκε ο κωδικός που είχαν και τον αγρό. Τα φυτά του πρώτου σταδίου, το 40% δηλαδή του πειράματος, ζυγίστηκαν αμέσως μόλις συγκομίστηκαν και έγινε καταγραφή του χλωρού τους βάρους. Έπειτα, και αφού τοποθετήθηκαν σε τσουβάλια συνθετικής λινάτσας ώστε να μην υπάρχει συσσώρευση υγρασίας, αφέθηκαν σε υπόγειο σκιερό και δροσερό μέρος προκειμένου να γίνει σταδιακά η απώλεια της υγρασίας τους. Όταν αργότερα συγκομίστηκαν και τα υπόλοιπα φυτά τοποθετήθηκαν επίσης σε χάρτινες σακούλες, όπου αναγραφόταν ο κωδικός του κάθε φυτού, και ακολούθησε ζύγισμα

και καταγραφή του χλωρού βάρους. Στη συνέχεια, αφέθηκαν και αυτά τα φυτά για ξήρανση για 20 περίπου ημέρες μέχρι πλήρους απώλειας της υγρασίας του.

Το επόμενο στάδιο ήταν ο αλωνισμός των φυτών προκειμένου να διαχωριστεί ο σπόρος. Όλα τα φυτά πέρασαν από ειδική αλωνιστική μηχανή ατομικών φυτών και απομακρύνθηκε το μέρος του φυτού που αποτελούσε την ξηρή βιομάζα (σανό) και σε χάρτινα σακουλάκια τοποθετήθηκε ολόκληρη η ποσότητα σπόρου από το κάθε φυτό. Στο κάθε σακουλάκι αναγράφηκε ο κωδικός που είχε από την αρχή το κάθε ατομικό φυτό. Οι σπόροι έπειτα από την συλλογή τους παρέμειναν σε ειδικό θάλαμο όπου έγινε εφαρμογή φωστοζίνης (PH₃) για την καταπολέμηση του βρούχου.

2.6 Στατιστική Επεξεργασία

Για όλα τα χαρακτηριστικά (απόδοση, αριθμός λοβών/φυτό, αριθμός σπόρων/λοβό, βάρος 1000 σπόρων, τιμές SPAD) των ατομικών φυτών που μετρήθηκαν στο R-19 έγινε η αξιολόγηση και κατάταξη των ποικιλιών. Τα δεδομένα αναλύθηκαν με το ειδικό στατιστικό πρόγραμμα για τα κυψελωτά σχέδια (Mauromoustakos, 2006) και βασίστηκαν στις εξισώσεις $A = (x/\bar{x}_r)^2 \cdot (\bar{x}/s)^2$ και $B = (\bar{x}/\bar{x}_t)^2 \cdot (\bar{x}/s)^2$, όπου:

x είναι η απόδοση του αξιολογούμενου ατομικού φυτού,

\bar{x}_r είναι η μέση απόδοση των φυτών του δακτυλίου,

\bar{x}_t είναι η μέση απόδοση του συνόλου του πειράματος,

\bar{x} η μέση απόδοση της αξιολογούμενης σειράς

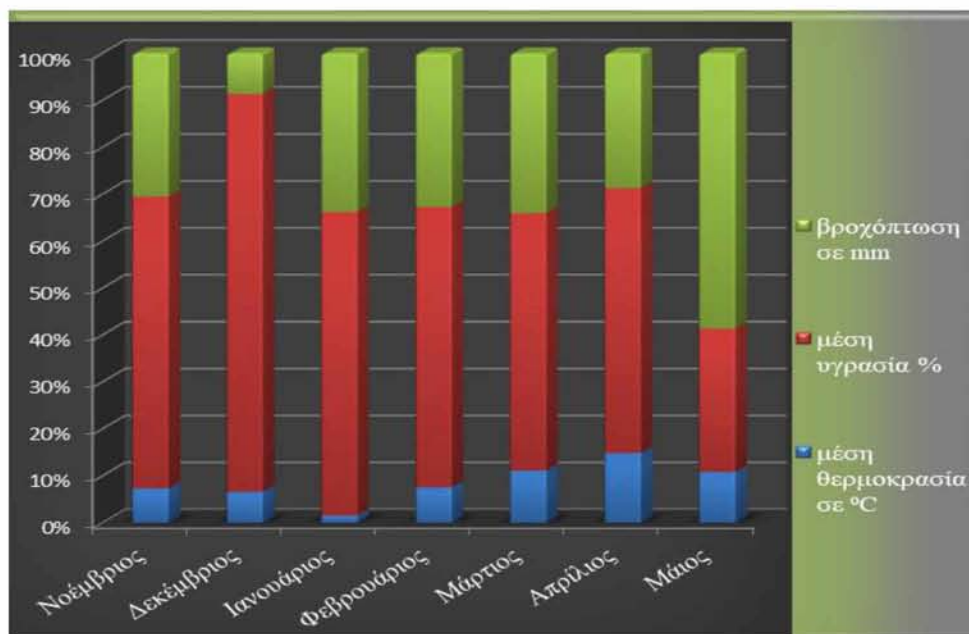
Για την εκτίμηση της φαινοτυπικής παραλλακτικότητας μεταξύ των ατομικών φυτών του πειράματος χρησιμοποιήθηκε η τιμή του Συντελεστή Παραλλακτικότητας, $CV = s/\bar{x}$.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Περιγραφή περιβαλλοντικών συνθηκών

Από την ημέρα που έγινε η σπορά και μέχρι και τη συγκομιδή οι καιρικές συνθήκες που επικράτησαν περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα. Στον πίνακα φαίνονται η μέση θερμοκρασία σε βαθμούς Κελσίου, η μέση υγρασία και η συνολική βροχόπτωση σε χιλιοστά. (Γράφημα 3.1)

Γράφημα 3.1 Μέση μηνιαία θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}$), μέση υγρασία (%) και ύψος βροχόπτωσης (mm) κατά τη διάρκεια της περιόδου του πειραματισμού



Από το γράφημα φαίνεται πως οι χαμηλότερες θερμοκρασίες σημειώθηκαν κατά τον Ιανουάριο, ενώ ταυτόχρονα σημειώθηκαν και αρκετές βροχοπτώσεις σε σχέση με τον προηγούμενο μήνα. Το Μάιο, λίγο διάστημα δηλαδή πριν τη συγκομιδή παρατηρήθηκαν έντονες και συνεχείς βροχοπτώσεις όμως με σαφώς πιο υψηλές θερμοκρασίες. Οι έντονες βροχοπτώσεις σε συνδυασμό με υψηλές θερμοκρασίες είχαν ως αποτέλεσμα να παρατηρηθεί μια μικρού μεγέθους εμφάνιση ωιδίου. Η προσβολή δεν ήταν μεγάλη και δεν επηρέασε την απόδοση στο στάδιο που βρίσκονταν τα φυτά.

Κατά το πρώτο δεκαήμερο του Φεβρουαρίου, καταγράφηκε το ποσοστό φυτρώματος και το οποίο βρέθηκε πως ήταν πάνω από 95% για όλους τους

γενοτύπους που αξιολογήθηκαν. Στη συνέχεια, στο πρώτο δεκαήμερο του Μαρτίου έγινε το πρώτο σκάλισμα για την απομάκρυνση των ζιζανίων που μόλις άρχισαν να εμφανίζονται. Σκάλισμα πραγματοποιήθηκε άλλες δύο φορές έως και τη συγκομιδή όταν κρίθηκε απαραίτητο. Τα κυριότερα ζιζάνια που παρατηρήθηκαν ήταν το άγριο σινάπι (*Sinapis arvensis*), το χτένι της Αφροδίτης (*Scandix* sp) και μετά την άνοδο των θερμοκρασιών η περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis*).

3.2 Αξιολόγηση σειρών βίκου για απόδοση σε βιομάζα και σπόρο

3.2.1 Απόδοση σε βιομάζα

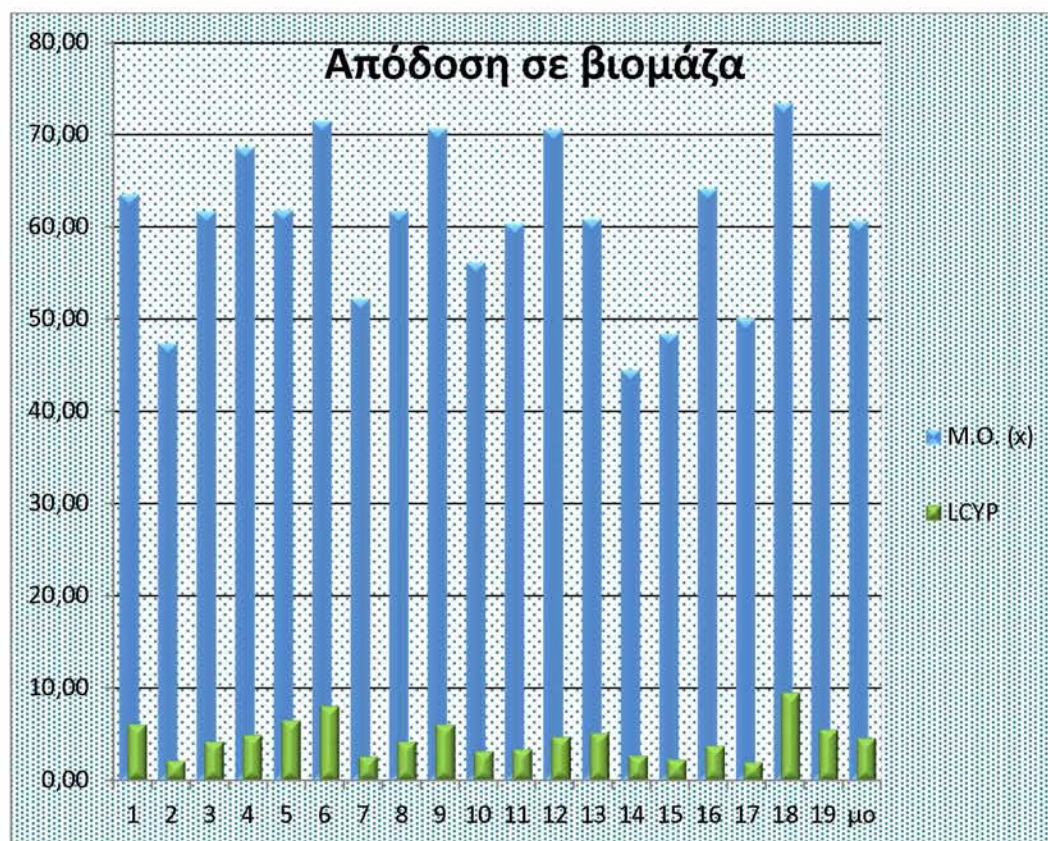
Στον πίνακα 3.2, παρουσιάζονται τα στοιχεία της ανάλυσης του παραγωγικού δυναμικού για απόδοση σε βιομάζα στα συστατικά του, για τους 19 γενοτύπους που αξιολογήθηκαν. Αναλυτικότερα, οι συντελεστές που περιγράφονται είναι οι εξής. Μ.Ο: μέσος όρος, CLR: απόδοση σειράς στον κινητό δακτύλιο, CH: συντελεστής ομοιόστασης, LCYP: παραγωγικό δυναμικό σειράς.

Πίνακας 3.1 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα αξιολόγησης των σειρών σε κινητό δακτύλιο MR=36 για την απόδοση σε βιομάζα

Entr y	Mean	Mean %	CLR	CLR %	CH	CH%	LCYP	LCYP %
18	73,44	100,00	1,46	100,00	6,44	100,00	9,39	100,00
6	71,54	97,42	1,38	94,90	5,74	89,11	7,94	84,57
9	70,79	96,40	1,36	92,92	4,35	67,49	5,89	62,71
12	70,78	96,37	1,35	92,88	3,43	53,27	4,65	49,47
4	70,49	95,98	1,34	92,11	4,29	66,66	5,77	61,40
19	64,99	88,50	1,14	78,32	4,78	74,20	5,46	58,11
16	64,19	87,40	1,11	76,39	3,34	51,80	3,72	39,57
1	63,60	86,61	1,09	75,01	5,49	85,26	6,01	63,95
3	62,16	84,65	1,04	71,65	4,07	63,16	4,25	45,26
5	61,89	84,28	1,04	71,03	6,23	96,73	6,45	68,70
8	61,79	84,14	1,03	70,79	4,03	62,54	4,16	44,27
13	60,94	82,97	1,00	68,85	5,07	78,69	5,09	54,17
11	59,85	81,49	0,97	66,41	3,36	52,18	3,25	34,65
10	56,82	77,37	0,87	59,86	3,81	59,17	3,33	35,42
7	52,32	71,24	0,74	50,75	3,49	54,27	2,59	27,54
17	50,14	68,27	0,68	46,61	2,88	44,72	1,96	20,84
15	48,49	66,02	0,64	43,59	3,52	54,64	2,24	23,82
2	47,48	64,65	0,61	41,80	3,46	53,68	2,11	22,44
14	44,60	60,74	0,54	36,89	4,95	76,80	2,66	28,33

Στο γράφημα 3.3, τα στοιχεία παρουσιάζονται με βάση τον μέσο όρο της απόδοσης σε βιομάζα και το παραγωγικό δυναμικό ώστε να διευκολυνθεί η λήψη αποφάσεων για τις καλύτερες σειρές.

Γράφημα 3.3 Μέσος όρος απόδοσης σε βιομάζα και παραγωγικό δυναμικό σειρές



Παρατηρήθηκε ότι οι σειρές με τον μεγαλύτερο Μ.Ο όσον αφορά τη βιομάζα ήταν η σειρά 18 (ποικιλία καταχωρημένη στον εθνικό κατάλογο με την ονομασία «Αλέξανδρος»), η σειρά 6 (ορθογώνιου σχήματος επιλογή από BI-1), η σειρά 9 (ορθογώνιου σχήματος επιλογή από BI-4), η σειρά 12 (επιλογή από BI-3 σφαιρικού σχήματος) και η σειρά 4 (BI-4 αρχικός πληθυσμός).

Οι σειρές με μεγαλύτερο συντελεστή ομοιόστασης (CH) ήταν η σειρά 18 (ποικιλία καταχωρημένη στον εθνικό κατάλογο με την ονομασία «Αλέξανδρος»), η σειρά 5 (επιλογή από BI-1 σφαιρικού σχήματος), η σειρά 6 (ορθογώνιου σχήματος επιλογή από BI-1), η σειρά 1 (BI-1 αρχικός πληθυσμός) και η σειρά 13 (επιλογή από BI-3 με μη ξεκάθαρο σχήμα με μέση έως και πολύ μεγάλη μπλε και καφέ διακόσμηση).

Οι σειρές με το μεγαλύτερο παραγωγικό δυναμικό (LCYP) ήταν η σειρά 18 (ποικιλία καταχωρημένη στον εθνικό κατάλογο με την ονομασία «Αλέξανδρος»), η

σειρά 6 (ορθογώνιου σχήματος επιλογή από BI-1), η σειρά 5 (επιλογή από BI-1 σφαιρικού σχήματος), η σειρά 1 (BI-1 αρχικός πληθυσμός) και η σειρά 9 (ορθογώνιου σχήματος επιλογή από BI-4).

3.2.2 Απόδοση σε σπόρο

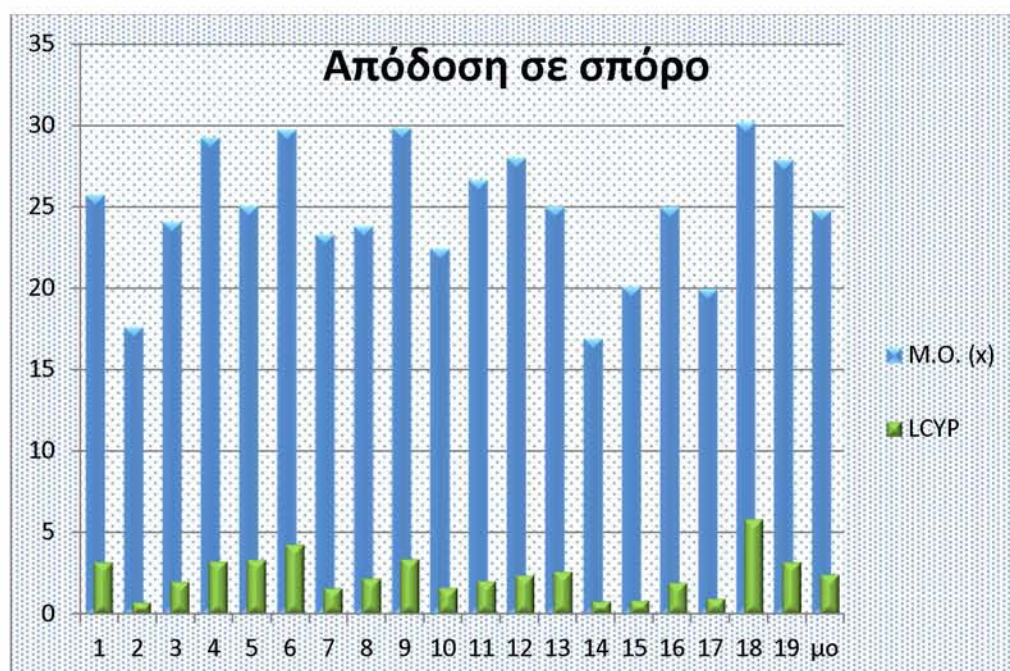
Στον Πίνακα 3.4 παρουσιάζονται τα στοιχεία της ανάλυσης του παραγωγικού δυναμικού για απόδοση σε σπόρο στα συστατικά του, για τους 19 γενοτύπους που αξιολογήθηκαν. Αναλυτικότερα, οι συντελεστές που περιγράφονται είναι οι εξής. Μ.Ο: μέσος όρος, CLR: απόδοση σειράς στον κινητό δακτύλιο, CH: συντελεστής ομοιόστασης, LCYP: παραγωγικό δυναμικό σειράς.

Πίνακας 3.4 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα αξιολόγησης των σειρών σε κινητό δακτύλιο MR=36 για την απόδοση σε σπόρο

Entry	Mean	Mean%	CLR	CLR%	CH	CH%	LCYP	LCYP%
18	30,19	100,00	1,50	100,00	3,80	100,00	5,72	100,00
9	29,85	98,87	1,47	97,76	2,26	59,52	3,33	58,18
6	29,75	98,54	1,46	97,10	2,88	75,88	4,21	73,68
4	29,27	96,95	1,41	93,99	2,27	59,84	3,21	56,24
12	28,04	92,87	1,30	86,24	1,81	47,50	2,34	40,97
19	27,91	92,43	1,28	85,43	2,45	64,36	3,14	54,98
1	25,77	85,35	1,10	72,85	2,87	75,45	3,14	54,96
11	25,40	84,13	1,06	70,79	2,14	56,22	2,27	39,80
16	25,17	83,37	1,05	69,51	1,85	48,80	1,94	33,92
5	25,09	83,11	1,04	69,07	3,17	83,28	3,29	57,52
13	25,05	82,98	1,04	68,85	2,47	65,09	2,56	44,81
3	24,11	79,84	0,96	63,75	2,05	53,91	1,96	34,37
8	23,76	78,70	0,93	61,94	2,25	59,13	2,09	36,62
7	22,80	75,51	0,86	57,02	1,76	46,18	1,51	26,33
10	22,47	74,41	0,83	55,37	1,91	50,38	1,59	27,89
17	19,99	66,19	0,66	43,81	1,45	38,25	0,96	16,76
15	18,82	62,33	0,58	38,85	1,47	38,79	0,86	15,07
2	17,69	58,59	0,52	34,33	1,44	37,76	0,74	12,96
14	16,99	56,27	0,48	31,67	1,66	43,57	0,79	13,80

Στο Γράφημα 3.5, τα στοιχεία παρουσιάζονται τα στοιχεία παρουσιάζονται με βάση τον μέσο όρο της απόδοσης σε σπόρο και το παραγωγικό δυναμικό ώστε να γίνει αξιολόγηση των καλύτερων σειρών.

Γράφημα 3.5 Μέσος όρος απόδοσης σε σπόρο και παραγωγικό δυναμικό σειράς



Οι σειρές με το μεγαλύτερο Μ.Ο όσον αφορά το σπόρο ήταν η σειρά 18 (ποικιλία καταχωρημένη στον εθνικό κατάλογο με την ονομασία «Αλέξανδρος»), η σειρά 9 (ορθογώνιου σχήματος επιλογή από BI-4), η σειρά 6 (ορθογώνιου σχήματος επιλογή από BI-1), η σειρά 4 (BI-4 αρχικός πληθυσμός) και η σειρά 12 (επιλογή από BI-3 σφαιρικού σχήματος).

Οι σειρές με μεγαλύτερο συντελεστή ομοιόστασης (CH) ήταν η σειρά 18 (ποικιλία καταχωρημένη στον εθνικό κατάλογο με την ονομασία «Αλέξανδρος»), η σειρά 5 (επιλογή από BI-1 σφαιρικού σχήματος), η σειρά 6 (ορθογώνιου σχήματος επιλογή από BI-1), η σειρά 1 (BI-1 αρχικός πληθυσμός) και η σειρά 13 (επιλογή από BI-3 με μη ξεκάθαρο σχήμα με μέση έως και πολύ μεγάλη μπλε και καφέ διακόσμηση).

Οι σειρές με το μεγαλύτερο παραγωγικό δυναμικό (LCYP) ήταν η σειρά 18 (ποικιλία καταχωρημένη στον εθνικό κατάλογο με την ονομασία «Αλέξανδρος»), η σειρά 6 (ορθογώνιου σχήματος επιλογή από BI-1), η σειρά 9 (ορθογώνιου σχήματος επιλογή από BI-4), η σειρά 5 (επιλογή από BI-1 σφαιρικού σχήματος) και η σειρά 4 (BI-4 αρχικός πληθυσμός).

3.3 Το ύψος ως κριτήριο έμμεσης επιλογής

Πραγματοποιήθηκε μέτρηση ύψους σε κάθε ατομικό φυτό. Το ύψος 1 μετρήθηκε στο βλαστικό στάδιο της επιμήκυνσης των βλαστών (stem elongation), το ύψος 2 μετρήθηκε στο βλαστικό στάδιο της άνθισης και το ύψος 3 μετρήθηκε στο βλαστικό στάδιο του γεμίσματος του λοβού. Στον πίνακα 3.6 περιγράφονται οι συσχετίσεις ανάμεσα στα τρία ύψη που λήφθηκαν, την απόδοση σε βιομάζα και την απόδοση σε σπόρο αλλά και τον δείκτη συγκομιδής.

Πίνακας 3.6 Συσχετίσεις ανάμεσα στα τρία ύψη, την τελική βιομάζα (καθαρό βάρος), τον σπόρο και τον Δείκτη Συγκομιδής (Δ.Σ).

	ύψος 1	ύψος 2	ύψος 3	τελική βιομάζα	σπόρος	ΔΣ
ύψος 1	1,00	0,42	0,32	0,13	0,09	-0,09
ύψος 2	0,42	1,00	0,68	0,28	0,09	0,00
ύψος 3	0,32	0,68	1,00	0,38	0,28	0,05
τελική βιομάζα	0,02	0,28	0,38	1,00	0,90	0,44
σπόρος	0,09	0,09	0,28	0,90	1,00	0,73
ΔΣ	-0,09	0,00	0,05	0,44	0,73	1,00

3.4 Συγκριτική αξιολόγηση και επιλογή ατομικών φυτών με κριτήριο την τιμή του παραγωγικού δυναμικού ατομικού φυτού (PCYP-Plant Crop Yield Potential) και την απόλυτη τιμή της απόδοσης σε βιομάζα ή σπόρο

Μετά την αξιολόγηση των σειρών, ακολούθησε η συγκριτική αξιολόγηση των ατομικών φυτών εντός των σειρών, με δυο κριτήρια επιλογής ώστε να καταστεί δυνατή η επιλογή των υπέρτερων ατομικών φυτών. Τα κριτήρια επιλογής ήταν το παραγωγικό δυναμικό ατομικού φυτού (PCYP) και η απόλυτη τιμή της απόδοσής σε σπόρο. Στον Πίνακα 3.7 παρουσιάζονται σε φθίνουσα σειρά τα 5 καλύτερα φυτά για απόδοση σε βιομάζα με βάση τα δυο κριτήρια επιλογής. Η σύγκριση των 5 καλύτερων φυτών της κάθε σειράς, βάσει της επίδοσής τους στον κινητό δακτύλιο και του παραγωγικού δυναμικού τους, θα υποδείξει τους πληθυσμούς που παρουσιάζουν καλύτερη απόδοση τόσο σε βιομάζα όσο και σε σπόρο και η αξιολόγηση αυτή θα κρίνει ποια φυτά θα συμμετέχουν σε απογονικό έλεγχο. Ο πίνακας που θα ακολουθήσει αφορά τα 5 καλύτερα φυτά της κάθε σειράς.

3.5 Επιλογή φυτών σύμφωνα με την απόδοση σε βιομάζα

Στον πίνακα 3.7 παρατίθενται στοιχεία σχετικά με την απόδοση σε βιομάζα και το παραγωγικό δυναμικό και φαίνεται ποια ήταν τα καλύτερα πέντε ατομικά φυτά της κάθε σειράς σε απόδοση σε βιομάζα και σε παραγωγικό δυναμικό. Η επισήμανση υποδεικνύει τα ατομικά φυτά που είχαν υψηλή απόδοση σε βιομάζα αλλά και υψηλό παραγωγικό δυναμικό. Από το Γραφήμα 3.3 οι σειρές που φάνηκε να έχουν τόσο καλή απόδοση σε βιομάζα όσο και υψηλό παραγωγικό δυναμικό είναι οι σειρές 1 (αρχικός πληθυσμός BI-1), 4 (αρχικός πληθυσμός BI-4), 5(υποκατηγορία του BI-1), 6(υποκατηγορία του BI- 1), 9 (υποκατηγορία του BI- 4), 12 (υποκατηγορία του BI-3), 13(υποκατηγορία του BI-3), 18 (ποικιλία «ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ»), 19 (ποικιλία «ΛΕΩΝΙΔΑΣ»).

Ο μεγαλύτερος μέσος όρος απόδοσης καθώς και παραγωγικό δυναμικό εμφανίζεται από την ποικιλία «ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ», επομένως οι καλύτερες σειρές επιλέχθηκαν συγκριτικά με την ποικιλία αυτή. Έτσι οι σειρές από τις οποίες επιλεχθούν τα ατομικά φυτά που θα συμμετέχουν σε απογονικό έλεγχο είναι οι 4 (αρχικός πληθυσμός BI-4), 6(υποκατηγορία του BI- 1), 9 (υποκατηγορία του BI- 4) και η 12 (υποκατηγορία του BI-3).

Πίνακας 3.7 Ατομικά φυτά που επιλέχθηκαν βάση της απόδοσης σε βιομάζα και το παραγωγικό τους δυναμικό

Σειρά	Γραμμή	Φυτό	Βιομάζα
4	28	36	161,00
4	24	25	145,00
4	2	12	140,00
4	6	42	139,00
4	19	7	136,00
			PCYP
4	24	25	40,59
4	6	42	27,20
4	28	36	24,63
4	13	38	19,07
4	5	35	19,05
Σειρά	Γραμμή	Φυτό	Βιομάζα
6	3	3	131,00

6	19	9	127,00
6	1	26	120,50
6	2	14	120,50
6	9	10	119,00
			PCYP
6	9	29	37,60
6	1	26	29,44
6	19	28	21,85
6	29	8	21,48
6	30	34	20,66
Σειρά	Γραμμή	Φυτό	Βιομάζα
9	16	46	164,00
9	21	46	147,50
9	10	20	138,00
9	20	19	133,50
9	5	21	126,00
			PCYP
9	10	20	22,21
9	5	21	22,20
9	2	36	21,95
9	10	1	16,23
9	15	1	15,08
Σειρά	Γραμμή	Φυτό	Βιομάζα
12	27	18	195,00
12	18	45	167,00
12	3	9	150,00
12	2	1	132,00
12	19	34	131,50
			PCYP
12	27	18	39,91
12	30	2	18,94
12	19	34	18,69
12	25	22	18,53
12	3	9	15,13

3.6 Επιλογή φυτών σύμφωνα με την απόδοση σε σπόρο

Στον πίνακα 3.8 παρατίθενται στοιχεία σχετικά με την απόδοση σε βιομάζα και το παραγωγικό δυναμικό και φαίνεται ποια ήταν τα καλύτερα πέντε ατομικά φυτά της κάθε σειράς σε απόδοση σε σπόρο και σε παραγωγικό δυναμικό. Η επισήμανση υποδεικνύει τα ατομικά φυτά που είχαν υψηλή απόδοση σε βιομάζα αλλά και υψηλό παραγωγικό δυναμικό. Από το Γραφήμα 3.5 οι σειρές που φάνηκε να έχουν τόσο καλή απόδοση σε σπόρο όσο και υψηλό παραγωγικό δυναμικό είναι οι σειρές 1 (αρχικός πληθυσμός BI-1), 4 (αρχικός πληθυσμός BI-4), 5(υποκατηγορία του BI-1), 6(υποκατηγορία του BI- 1), 9 (υποκατηγορία του BI- 4), 13(υποκατηγορία του BI-3), 18 (ποικιλία «ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ»), 19 (ποικιλία «ΛΕΩΝΙΔΑΣ»).

Ο μεγαλύτερος μέσος όρος απόδοσης σε σπόρο καθώς και παραγωγικό δυναμικό εμφανίζεται από την ποικιλία «ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ», επομένως οι καλύτερες σειρές επιλέχθηκαν συγκριτικά με την ποικιλία αυτή. Έτσι οι σειρές από τις οποίες επιλεχθούν τα ατομικά φυτά που θα συμμετέχουν σε απογονικό έλεγχο είναι οι 4 (αρχικός πληθυσμός BI-4), 5 (υποκατηγορία του BI- 1), 6(υποκατηγορία του BI- 1), 9 (υποκατηγορία του BI-4).

Πίνακας 3.8 Ατομικά φυτά που επιλέχθηκαν βάση της απόδοσης σε σπόρο και το παραγωγικό τους δυναμικό.

Σειρά	Γραμμή	Φυτό	Σπόρος
4	2	12	77,25
4	19	7	64,63
4	24	25	64,08
4	6	42	63,21
4	14	45	61,38
			PCYP
4	24	25	26,69
4	6	42	21,82
4	5	35	18,51
4	13	38	17,09
4	3	39	14,67
Σειρά	Γραμμή	Φυτό	Σπόρος
5	16	42	64,52
5	19	46	53,16
5	3	2	52,74
5	11	43	48,69

5	14	46	44,62
			PCYP
5	5	36	21,37
5	16	42	17,08
5	11	43	14,69
5	27	11	12,36
5	7	32	10,79
Σειρά	Γραμμή	Φυτό	Σπόρος
6	1	26	67,05
6	30	34	59,33
6	2	14	59,33
6	3	3	59,12
6	19	9	58,84
			PCYP
6	9	29	53,09
6	1	26	24,42
6	19	28	22,99
6	30	34	22,28
6	6	25	18,52
Σειρά	Γραμμή	Φυτό	Σπόρος
9	16	46	79,77
9	21	46	74,43
9	20	19	68,61
9	10	20	64,51
9	15	1	58,75
			PCYP
9	10	20	15,88
9	15	1	14,02
9	5	21	13,67
9	10	1	12,47
9	20	19	9,18

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σε βελτιωτικά προγράμματα προκειμένου να τηρούνται τα κριτήρια της αειφορικής παραγωγής, βασικό χαρακτηριστικό είναι η εξασφάλιση συνθηκών με μειωμένες εισροές, απουσία λίπανσης, φυτοπροστασίας και άρδευσης. Σύμφωνα με το στόχο του εκάστοτε βελτιωτικού προγράμματος για την ανάδειξη των κατάλληλων ποικιλιών ή και πιο συγκεκριμένα των γενοτύπων που θα επιλεγθούν έπειτα από αξιολόγηση, οι περιβαλλοντικοί παράγοντες θα πρέπει να προσομοιάζουν κατά το δυνατό περισσότερο με τις συνθήκες καλλιέργειας (Ceccarelli, 1994).

Σύμφωνα με τους Fasoula και Fasoula (1997α) και Tokatlidis (2010α), ο ανταγωνισμός μηδενίζεται στην πυκνότητα όπου επιτυγχάνεται η μέγιστη απόδοση ανά φυτό και ελαχιστοποιείται η τιμή του CV της απόδοσης. Επειδή στόχος κάθε βελτιωτικού προγράμματος είναι η επιλογή υπέρτερων γενοτύπων, οι πυκνότητες φύτευσης θα πρέπει να επιτρέπουν τη μεγιστοποίηση των γενοτυπικών διαφορών και την ανάδειξη των πλέον επιθυμητών γενοτύπων.

Ένας ανταγωνιστικά αδύναμος γενότυπος όταν βρίσκεται σε συνθήκες ανταγωνισμού δεν είναι εύκολο να διακριθεί κι έτσι σε αυτή την περίπτωση η εφαρμογή του μηδενικού ανταγωνισμού αποτελεί τη βέλτιστη επιλογή. Ένας ακόμη λόγος επιλογής σε συνθήκες απουσίας ανταγωνισμού είναι η ανάγκη για αποτελεσματική δέσμευση πόρων σε επίπεδο ατομικού φυτού και η μείωση της πυκνότητας των σημερινών καλλιεργειών (Tokatlidis, 2017). Οι ποικιλίες του «ισχυρού ανταγωνιστή» ιδεοτύπου φαίνονται πιο ευάλωτες στις εξωτερικές δυνάμεις και επιρρεπείς στην αποκτηθείσα διαφοροποίηση. Αντίθετα, όπως αναφέρει ο Tokatlidis, ο Sedgely (1991) υποστήριξε ότι οι ποικιλίες καθαρές σειρές που αποτελούνται από τον ιδεοτύπο του «ανταγωνισμού» θα είχαν μεγάλη απόδοση σε ξηρή ύλη σε βάρος της απόδοσης σε σπόρο και συνεπώς έχουν χαμηλό δείκτη συγκομιδής. Αντίθετα, εκείνα που αποτελούνται από τον ιδεοτύπο των «καλλιεργειών» θα έχουν ελάχιστους πόρους και θα δινόταν έμφαση στη δομή, δηλαδή την ξηρή ύλη και επομένως θα έχουν υψηλότερο δείκτη συγκομιδής.

Σύμφωνα με τα παραπάνω οι ποικιλίες βίκου που δίνουν υψηλή βιομάζα θα πρέπει να ανήκουν στον τύπο του ανταγωνιστικού γενοτύπου και να δίνουν χαμηλό Harvest Index, δηλαδή χαμηλή παραγωγή σπόρου (Sedgely R.H., 1991).

Σε έρευνα που διεξήχθη τις καλλιεργητικές περιόδους 2012 έως 2014 σε επτά γενοτύπους βίκου, βρέθηκε πως οι βελτιωτές θα έπρεπε να λαμβάνουν υπόψη τους χαρακτηριστικά που αφορούν το βάρος των σπόρων ανά φυτό, τους λοβούς ανά φυτό, το βάρος 1000 σπόρων και τους σπόρους ανά φυτό κατά τη διαδικασία της επιλογής γενοτύπων με υψηλή απόδοση σε σπόρο. Στην έρευνα αυτή, φάνηκε πως οι ποικιλίες βίκου που έφεραν τριχίδια είχαν καλύτερη απόδοση ως χλωρή λίπανση καθώς και μεγαλύτερη ανθεκτικότητα σε συνθήκες ξηρασίας αλλά και προσαρμογή σε διαφορετικά εδάφη. Γενικά σε βελτιωτικά προγράμματα που αφορούν την μεγιστοποίηση της απόδοσης, σημαντικό είναι να δοθεί έμφαση σε χαρακτηριστικά που έχουν την μεγαλύτερη επιρροή στην απόδοση σε σπόρο. Στο συγκεκριμένο πείραμα, έγινε τυχαιοποίηση των επαναλήψεων με τη μέθοδο randomized block design. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η φαινοτυπική συσχέτιση εξαρτάται από τη σχέση μεταξύ των επιμέρους χαρακτήρων και την επίδραση των περιβαλλοντικών παραγόντων, ενώ η γονιδιαυτική συσχέτιση είναι συνάρτηση της πλειοτροπικής δράσης των σχετικών γονιδίων και της σχετικής κληρονομικότητάς τους. Η πιθανή εμφάνιση συνδεδεμένων γονιδίων είναι αρκετά σημαντική, γιατί θα μπορούσε να αποτελεί κριτήριο για ταυτόχρονη επιλογή πολλών επιθυμητών γονιδίων που αποδίδονται στο φαινότυπο.

Γενικά, οι γενετικές συσχετίσεις για τα περισσότερα από τα χαρακτηριστικά του κοινού βίκου έχουν υψηλότερους συντελεστές από τους φαινοτυπικές συσχετίσεις. Ειδικά, υψηλές θετικές φαινοτυπικές συσχετίσεις βρέθηκαν μεταξύ των σπόρων ανά φυτό και σπόρων ανά βλαστό, σπόρων ανά φυτό και βάρος σπόρου ανά φυτό, βάρος σπόρου ανά φυτό και βάρος 1000 σπόρων. Οι υψηλότερες γενετικές συσχετίσεις παρατηρήθηκαν μεταξύ: βάρος 1000 σπόρων και λοβοί ανά φυτό, σπόροι ανά φυτό, βάρους σπόρου ανά φυτό και μήκους λοβού, σπόρους ανά λοβό και βάρος 1000 σπόρων, και το ύψος των φυτών και οι λοβοί ανά φυτό. Για τον χειμερινό βίκο, βρέθηκαν υψηλοί θετικοί φαινοτυπικοί συσχετισμοί μεταξύ: της απόδοσης των σπόρων και του βάρους των σπόρων ανά φυτό, των σπόρων ανά βλαστό, των λοβών ανά φυτό και των λοβών ανά φυτό με το βάρος 1000 σπόρων. Οι υψηλοί γενετικοί συσχετισμοί προσδιορίστηκαν μεταξύ των λοβών ανά φυτό και του βάρους 1000 σπόρων και μεταξύ του ύψους των φυτών και των σπόρων ανά βλαστό.

Σε έρευνα που διεξήχθη από τους L.Aydogdu et al.,1994, μελετήθηκε η απόδοση σε σπόρο σε σχέση με την απόδοση σε σανό σε ποικιλία βίκου (*Vicia Sativa* L.) σε

δύο διαφορετικές περιόδους σποράς, η μία πραγματοποιήθηκε φθινόπωρο και η άλλη άνοιξη. Στη φθινοπωρινή σπορά παρατηρήθηκαν υψηλότερες αποδόσεις σε σανό και σπόρο συγκριτικά με τις αποδόσεις που παρατηρήθηκαν όταν η σπορά έγινε άνοιξη. Οι υψηλότερες αποδόσεις που παρατηρήθηκαν ήταν σε πυκνότητες 250-300 σπόροι ανά τ.μ. οι συσχετίσεις ανάμεσα στην απόδοση σε σπόρο και την απόδοση σε σανό δεν ήταν σταθερά στοιχεία και για της δύο περιπτώσεις σποράς. Οι συσχετίσεις που αφορούσαν τα φυτά ανά μονάδα επιφάνειας και τον αριθμό λοβών ανά μονάδα επιφάνειας ήταν στατιστικά σημαντικές. Οι συσχετίσεις μεταξύ απόδοσης σε σπόρο και απόδοσης σε σανό ήταν στατιστικά σημαντικές.

Οι συσχετίσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών δίνουν αξιόλογες πληροφορίες για την εκτίμησή τους ως έμμεσα κριτήρια επιλογής. Βρέθηκε ότι το ύψος συσχετίζεται μεν θετικά με την απόδοση σε βιομάζα, ωστόσο ο συντελεστής συσχέτισης είναι σχετικά μικρός αφού κυμάνθηκε από 0,13 έως 0,38 και δεν κρίνεται κατάλληλος για να αξιοποιηθεί ως κριτήριο έμμεσης επιλογής. Από την άλλη πλευρά παρατηρήθηκε ότι η βιομάζα στο στάδιο πλήρους ωρίμανσης έχει σημαντική συσχέτιση με την απόδοση σε σπόρο αλλά η συσχέτιση αυτή έχει μικρή αξία για την βελτίωση του βίκου γιατί προφανώς δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης πρόβλεψης της απόδοσης σε σπόρο. Η υψηλή συσχέτιση του ύψους κατά την άνθιση με το ύψος στο στάδιο του γεμίσματος των λοβών αποτυπώνει με ικανοποιητική αξιοπιστία την πορεία ανάπτυξης του φυτού ως προς το χαρακτηριστικό του ύψους.

Στην παρούσα εργασία παρατηρήθηκε ότι οι γενότυποι που είχαν μεγαλύτερο μέσο όρο απόδοσης σε σπόρο και βιομάζα ήταν η σειρά 18(ποικιλία καταχωρημένη στον εθνικό κατάλογο με την ονομασία «Αλέξανδρος»), η σειρά 9 (επιλογή από BI-4), η σειρά 6 (επιλογή από BI-1), η σειρά 4 (BI-4 αρχικός πληθυσμός) και η σειρά 12 (επιλογή από BI-3). Για την απόδοση σε σπόρο παρατηρήθηκαν μικρές διαφορές μεταξύ των σειρών με βάση την τιμή του μέσου όρου και συγκεκριμένα η ποικιλία μάρτυρας «ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ» είχε την υψηλότερη τιμή (30,19γρ) ακολουθούμενη από την σειρά 9 (29,85γρ), 6 (29,75γρ) και 4 (29,27γρ.). Ωστόσο, με βάση τη σειρά κατάταξης με κριτήριο το παραγωγικό δυναμικό LCYP παρατηρήθηκαν διαφορές τόσο ως προς τις αποκλίσεις μεταξύ των τιμών όσο και ως προς τη σειρά κατάταξης μεταξύ των ποικιλιών. Για παράδειγμα, η ποικιλία «ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ» ενώ υπερτερεί μόλις κατά 1% από τις σειρές 9 και 6 με βάση την απόλυτη τιμή του βάρους του σπόρου, όταν η σύγκριση γίνεται με βάση το παραγωγικό δυναμικό η διαφορά τους

είναι 72% και 36% αντίστοιχα. Επίσης, οι σειρές 9 και 6 κατατάσσονται στη 2^η και 3^η θέση αντίστοιχα με βάση την απόλυτη τιμή της απόδοσης, ενώ η σειρά αυτή αντιστρέφεται όταν η σύγκριση γίνεται με βάση το παραγωγικό δυναμικό.

Για την απόδοση σε βιομάζα παρατηρήθηκαν επίσης μικρές διαφορές μεταξύ των σειρών σε σχέση με την τιμή του μέσου όρου, με την ποικιλία-μάρτυρα «ΑΛΕΞΑΝΔΡΟ» να έχει την υψηλότερη τιμή (73,44 γρ) και με τις ποικιλίες 6 (71,54 γρ), 12 (70,61 γρ), 9 (70,42 γρ) και 4 (68,67 γρ). Παρ' όλα αυτά, όπως και στην περίπτωση της απόδοσης σε σπόρο, η κατάταξη διαφοροποιείται όταν γίνεται με βάση την απόλυτη τιμή του βάρους της βιομάζας, σε σχέση με όταν γίνεται με κριτήριο το παραγωγικό δυναμικό LCYP. Για παράδειγμα, η ποικιλία «ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ» ενώ υπερτερεί κατά 3% από τη σειρά 6 και 4% από τη σειρά 9 με βάση την απόλυτη τιμή του βάρους του σπόρου, όταν η σύγκριση γίνεται με βάση το παραγωγικό δυναμικό η διαφορά τους είναι 18% και 58% αντίστοιχα. Οι σειρές 6 και 9 κατατάσσονται στη 2^η και 3^η θέση αντίστοιχα, όταν κριτήριο είναι ο μέσος όρος απόδοσης της βιομάζας ενώ όταν κριτήριο είναι το παραγωγικό δυναμικό η σειρά 6 βρίσκεται στη 2η θέση όμως η σειρά 9 βρίσκεται στην 5η θέση.

Οι αλλαγές αυτές στην κατάταξη οφείλονται στο ότι στον υπολογισμό του παραγωγικού δυναμικού συμμετέχει και ο παράγοντας CH (Coefficient of Homeostasis) ο οποίος εκφράζει την σταθερότητα της κάθε αξιολογούμενης σειράς δίνοντας έτσι μια πιο ολοκληρωμένη και αξιόπιστη εικόνα για την παραγωγική αξία κάθε σειράς.

Από τους πέντε πρώτους γενότυπους που φάνηκε να έχουν μεγαλύτερη απόδοση τόσο σε βιομάζα όσο και σπόρο, οι τέσσερις ήταν κοινοί και για τις δύο περιπτώσεις. Οι γενότυποι αυτοί ήταν η σειρά 18 («Αλέξανδρος»), η σειρά 6 (ορθογώνιου σχήματος επιλογή από BI-1), η σειρά 4 (αρχικός πληθυσμός BI-4) και η σειρά 9 (ορθογώνιου σχήματος επιλογή από BI-4).

Αξιοσημείωτο είναι ότι ο αρχικός πληθυσμός BI-4 έδειξε τόσο υψηλή απόλυτη τιμή για απόδοση σε σπόρο όσο και LCYP. Αυτό δείχνει ότι πρόκειται για ένα αξιόλογο γενετικό υλικό το οποίο θα πρέπει να αξιοποιηθεί σε επόμενα βελτιωτικά προγράμματα.

Συμπερασματικά, οι σειρές 6 και 9 που αντιστοιχούν σε επιλογές από τους πληθυσμούς B1-1 και B1-4 φάνηκε να έχουν ενδιαφέρον ώστε να τεθούν σε απογονικό έλεγχο και να αξιολογηθούν και μάλιστα και σε μικρότερες αποστάσεις φύτευσης που προσεγγίζουν πιο πολύ τις συνθήκες γεωργού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Vlachostergios D., A.S. Lithourgidis, D.V. Baxevanos, A.G. Mavromatis, Ch.S. Noulas, and D.G. Roupakias. 2018. Evaluation of lentil varieties and farming system effect on seed damage and yield loss due to bruchid (*Bruchus* spp.) infestation. *Crop & Pasture Science* <https://doi.org/10.1071/CP17309>

Βλαχοστεργίος Δ. & Α. Λιθουργίδης. 2012. Ανταγωνιστική ικανότητα ποικιλιών βίκου με ζιζάνια σε περιβάλλον μειωμένων εισροών. Βιβλίο περιλήψεων 14ου Πανελλήνιου Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρίας Γενετικής Βελτίωσης Φυτών. 10-12 Οκτωβρίου 2012, Θεσσαλονίκη. Σελ 85

(Sedgley R.H. (1991) An appraisal of the Donald ideotype after 21 years. *Field Crops Res* 26:93–112).

Anon. (2016) Decision of the Minister of Rural Development and Food No. 2569/98862/2016. Journal of the Government of the Hellenic Republic No. L 2987, 19-9-2016. Athens, Greece

Chatzoglou, T. and I.S. Tokatlidis, 2012. Short communication. Decision on germplasm choice to apply breeding within a local population of common vetch is affected by crowding. *Spanish J. Agric. Res.*, 10: 752-755

Fasoula DA, 1990. Correlations between auto-, allo- and nil-competition and their implications in plant breeding. *Euphytica* 50: 57-62

Fasoula DA, Fasoula VA (1997) Competitive ability and plant breeding. *Plant Breed Rev* 14:89–138

Fasoula DA, Fasoula VA (1997b) Gene action and plant breeding. *Plant Breed Rev* 15:315–374

Fasoula VA, Fasoula DA (2000) Honeycomb breeding: principles and applications. *Plant Breed Rev* 18:177–250

Fasoulas AC, Fasoula VA (1995) Honeycomb selection designs. *Plant Breed Rev* 13:87–139

Iliadis, C., D.G. Roupakias, C.K. Goulas. 2003 Effectiveness of honeycomb selection for yield superiority at three interplant distances: a field simulation study using chickpea (*Cicer arietinum* L.) inbred lines. *Euphytica* 133: 299–311

Ioannis S. Tokatlidis, Voichita Haş, Ioannis Mylonas, Ioan Haş, George Evgenidis, Vassilios Melidis, Anna Copandean, Elissavet Ninou, July 2010, Density effects on environmental variance and expected response to selection in maize (*Zea mays* L.) , *Euphytica*, , pp 283- 291

Ioannis S. Tokatlidis, Crop adaptation to density to optimise grain yield: breeding implication, April 2017, *Euphytica*, 213:92

is affected by crowding, Department of Agricultural Development, Democritus University of Thrace. 682 00 Orestiada. Greece

Kotzamanidis ST, Lithourgidis AS, Roupakias DG (2009) Short communication. Plant density effect on the individual plant to plant yield variability expressed as coefficient of variation in barley. *Span J Agric Res* 7:607–610

Mehmet Salih Sayar*, 2014, Path coefficient and correlation analysis between forage yield and its affecting components in common vetch (*Vicia sativa* L.), Crop and Animal Production Department, Bismil Vocational Training School, Dicle University, 21500, Bismil, Diyarbakir, Turkey, *Legume Res* 37 (5), 445-452

Natalia Georgieva¹*, Ivelina Nikolova¹, and Valentin Kosev¹, 2015

R. H. Sedgely, R.K. Belford, Ideotypes and physiology: Tailoring plants for increased production, April 1991, *Field Crops Research*, Pages 93-112

Relationships among Quantitative Traits and Seed Yield in Vetch (*Vicia sativa* L., *Vicia villosa* Roth.), Columbia International Publishing American Journal of Agricultural Science and Technology, Vol. 3 No. 1, pp. 24-32

Russel, W.A., 1984. Agronomic performance of maize cultivars representing different eras of breeding, *Maydica* 29: 375–390.

S. AKMAKgi' and E. AgiKGOZ^, January, 1994, Components of Seed and Straw Yield in Common Vetch (*Vicia sativa* L.), Mediterranean University, Faculty of

Agriculture, Antalya, Turkey;' Uludag University, Faculty of Agriculture, P.K. 44, Bursa, Turkey

Salvatore Ceccarelli, 1994, Specific adaptation and breeding for marginal conditions, *Breeding Fodder Crops for Marginal Conditions*, pp 101-127.

Sebastià, M. T.;Lüscher, A.; Connolly, J.;Collins, R. P. Delgado, I.; Vliegheer, A. de; Evans, P.; Fothergill, M.;Frankow-Lindberg, B.; Helgadóttir, Á.; Iliadis, C.; Jørgensen, M.; Kadžiulienė, Z.; Nissinen, O.; Nyfeler, D.; Porqueddu, C., Higher yield and fewer weeds in grass/ legume mixtures than in monocultures- 12 sites of COST action 852, June 2004, Land use systems in grassland dominated regions. Proceedings of the 20th General Meeting of the European Grassland Federation, Luzern, Switzerland, 21-24, pp.483-485 ref.2

Sleper DA, Poehlman JM (2006) *Breeding field crops*, 5th edn. Blackwell, Ames

Solanki, S.I, 2006, Comparison of correlations and path coefficient under different environments in lentil (*Lens culinaris Medik*). *Crop Improv*, pp. 70-73

Th. Chatzoglou and I. S. Tokatlidis*, Short communication. Decision on germplasm choice to apply breeding within a local population of common vetch

Th. Chatzoglou, I. S. Tokatlidis, Short communication. Decision on germplasm choice to apply breeding within a local population of common vetch is affected by crowding

Vlachostergios DN, Lithourgidis AS, Roupakias DG (2011) Effectiveness of single-plant selection at low density under organic environment: a field study with lentil. *Crop Sci* 51:41–51

Βελτίωση Φυτών Αρχές & Μεθοδολογία Ιωάννης Σ. Τοκατλίδης , 2007,Ορεστιάδα

Ρουπακιάς Δ. 2010. Βελτίωση Φυτών. Εκδ. University Studio Press. Σελ. 498